

سلسلة نشاطات جمعية أصدقاء

ابراهيم عبد العال

(٣)

الميـــاه في المحافظات اللبنانيـة

(٢٠٠٢)

منشورات

جمعية أصدقاء ابراهيم عبد العال



سلسلة نشاطات جمعية أصدقاء

ابراهيم عبد العال

(٣)

المياه في المحافظات اللبنانية

٢٠٠٢

سلسلة ندوات نظمتها جمعية أصدقاء ابراهيم عبد العال

خلال عام ٢٠٠٢ في مختلف المحافظات اللبنانية

منشورات

جمعية أصدقاء ابراهيم عبد العال

الفهـرس

كلمة رئيس الجمعية

المهندس محمد غزيري

رئيس جمعية أصدقاء إبراهيم عبد العال

مقدمــة

من أولويات إهتمامات «جمعية أصدقاء ابراهيم عبدالعال» موضوع المياه الذي جعل الله منه كل شيء حي.

المياه هو الموضوع الأساسي الذي أولاه المهندس الكبير الذي تحمل جمعيتنا اسمه، كل عناية واهتمام وتضحية والذي عمل على تطوير استعمالاتها في كل مجال، تأميناً لراحة ورفاهية اللبناني.

واستمراراً لهذه الأهداف البناءة يقوم، المسؤولون في لبنان على متابعة استكشاف امكانات مصادر المياه اللبنانية، وتخطيط وتنفيذ تطويعها لخدمة المواطن على أرفع مستوى وأكمل وجه.

وتعميماً للفائدة، ولضمان مستوى رفيع من تحقيق هذه المشاريع رأت جمعيتنا اشراك المواطنين المهيأين للإفادة منها وذلك في الاطلاع عليها ومناقشة جدواها والاستماع الى آرائهم وملاحظاتهم واقتراحاتهم فان في ذلك تعاوناً مثمراً بين القطاع العام والمجتمع المدني واغناءاً وإسهاماً بناءاً ومفيداً لهذه المشاريع. وفي سبيل ذلك، فقد أخذت جمعيتنا على عاتقها هذه المهمة وقامت بدعوة اختصاصيين مشهود لهم بالعلم والخبرة والكفاءة وسعة الاطلاع بالمشاريع المهيأة للإنجاز في كل محافظة لعرض هذه المشاريع على المواطنين، على الأرض وفي عاصمة كل محافظة.

استتبع كل محاضرة مناقشات وانتقادات وآراء للحضور جرى تثبيتها في محاضر جلسات كل ندوة.

تأمل جمعيتنا ان تكون قد أفسحت في المجال للمواطنين وخاصة الشباب الطموح منهم الى الإسهام في بناء لبنان الغد، لبنان المستقبل الواعد الزاهر المزدهر المتطور ورفع مستوى تصاميم دراسات المشاريع العمرانية فيه.

وضماناً للفائدة، فقد قامت جمعيتنا بجمع هذه المحاضرات والندوات في هذا الكراس الذي تضعه أمام اللبنانيين آملة ان تكون قد قامت بالمهمة وأعطت الأمانة حقها، وان تصل جهودها الى الغاية المتوخاة في الإنماء والتطوير والازدهار.

أخيراً تنتهز الجمعية هذه الفرصة لتقدم خالص شكرها وتقديرها وامتنانها لكل من أسهم في إنجاح هذه الندوات والمحاضرات والمناقشات التي تلتها فالمحاضرون لم يدخروا جهداً في عرض علمهم وخبرتهم وتطلعاتهم المستقبلية لخدمة الوطن والمواطن، كما أن الحضور ناقشوا المشاريع بالعمق وبكل إيجابية.

الندوة الأولى

عنوان الجلسة:

المياه في محافظة لبنان الشمالي

- **كلمة مدير الندوة**
  المهندس جمال كريّم
- **المصادر السطحية والجوفية للمياه**
  الدكتور بهزاد حكيم
- **مياه الشفة والري**
  الدكتور موسى نعمه
- **مشاريع الري**
  المهندس سعيد بيطار
- **موضوع الصرف الصحي ـ مشاكل وحلول**
  الدكتور يوسف كرم
- **مشاريع الصرف الصحي ـ دراسة حالات محددة**
  المهندس حسن جعفر

كلمة مدير الندوة

المهندس جمال كريّم

رئيس مجلس إدارة -

مدير عام مؤسسة مياه لبنان الشمالي

أيها السيدات والسادة،

﴿ وجعلنا من الماء كل شيء حي﴾ (صدق الله العظيم)

فالماء اصل الحياة وصنوها. ومن هنا كان لا بد من ان نخضع استعمال الماء للعقل بالعناية القصوى والترشيد الواعي والدراسة المتأنية. ولقد بدأ العالم كله يدرك هذه الأولويات الثوابت فيهيء لها الكادرات ويعد الدراسات محذراً من ان المياه قد تصبح في يوم قريب مفتاح الحرب والسلم بين الأمم.

ولقد قيّض الله للبنان رجلاً طليعياً ذا نظرة رؤيوية، كان أول المتنبئين والمتنبهين الى ثروة لبنان الهائلة التي هي مياهه، انه ابراهيم عبدالعال المهندس والمفكر العالم والأديب والمعلم الإنسان.

ومن أقواله: «نحن لم نعد في عصور الهدوء والاستقرار والهناءة والوداعة، ومن واجبنا الاستعداد للطوارئ وإنماء قوة المقاومة عندنا لمواجهة هذا الزمن المقلق والأزمات الاقتصادية التي تتوالى بغير انقطاع.» (١)

وفي خطاب له من طرابلس بالذات يقول هذا الكبير سنة ١٩٥٧: «ان الإنماء هو نظرية جديدة في الوطنية وفي البناء وفي المسؤولية والمثالية والكد والسعي والترفع عن مجرد الانكماش المحلي الى النظرة الأوسع للوطن كله.» (٢)

كذلك كان ابراهيم عبدالعال أول المتنبهين للخطر الصهيوني على مياه لبنان حيث يقول في أحد تقاريره الى الخارجية اللبنانية: «من البساطة والسذاجة ان ينتظر من العرب ان يوافقوا على مشروع يؤدي الى تعزيز امكانيات اسرائيل...»

وباختصار كليّ، يقول عبدالعال: "Asservie, l'eau peut réaliser tous les espoirs"(٣)

وتأتي ندوتنا هذه لتقول لهذا الرجل الفذ ذي الرؤيا الاستشرافية، نحن معك في

حمل الراية التي حملت ومتابعة الطريق التي سلكت في الحفاظ على ثروة الأمة وتفعيل قدراتها ووضع تلك الثروة والقدرات في خدمة الناس ومصلحة الوطن.

بهذا الهدي كانت هذه الندوة تقيمها جمعية اصدقاء ابراهيم عبدالعال في طرابلس راجية ان تكون باكورة دراساتنا العلمية في ترشيد استعمال المياه شمالاً وفي لبنان كله، فأهلاً وسهلاً بكم والله ولي التوفيق.

طرابلس في ٥/نيسان/٢٠٠٢

١- ابراهيم عبدالعال - وسائلنا اللبنانية - ٣ نيسان ١٩٥٠

٢- ابراهيم عبدالعال - من خطاب له في طرابلس - ١٩٥٧

٣- **Ibrahim Abd El Al - Paysannerie libanaise - 6 février 1953**

المصادر السطحية والجوفية للمياه

إعداد : الأستاذ الدكتور بهزاد الحكيم

- أستاذ مادتي علوم المياه والجيومرفلوجيا الكارستية في الجامعة اللبنانية، منذ سنة ١٩٨٢ حتى الآن.
- حائز درجة الأستاذية في الجامعة اللبنانية، منذ سنة ١٩٨٧.
- أستاذ محاضر سابق في جامعة محمد الخامس (الرباط - المغرب)، بين ١٩٧٦ و١٩٨٢.
- مستشار مائي لدى مجلس الإنماء والاعمار ولدى عدد من مكاتب الدروس اللبنانية والأجنبية، منذ سنة ١٩٨٥.
- حائز دكتوراه دولة (Doctorat d'Etat) في علوم المياه والهيدروكيمياء والجيومرفلوجيا الكارستية - من جامعة إكس مرسيليا الثانية (فرنسا)، سنة ١٩٨٢.
- حائز دكتواره حلقة ثالثة (3ème cycle) في علوم المياه الجوفية والجيومرفلوجيا - من جامعة إكس مرسيليا الثانية (فرنسا)، سنة ١٩٧٥.
- حائز دبلوم الدراسات العليا (D.E.S.) في علوم المياه الجوفية من جامعة العلوم والتكنولوجيا في مونبليه (U.S.T.L., Montpellier - France) سنة ١٩٧٤.
- حائز شهادة الدراسات العليا (C.E.S.) في الاستشعار عن بعد (Télédétection) من جامعة العلوم والتكنولوجيا في مونبليه (فرنسا)، سنة ١٩٧٤.
- حائز الكفاءة للتعليم والإجازة من كلية التربية، الجامعة اللبنانية، سنة ١٩٧٢.

١ـ مقدمة البحث

من أعالي جبال الأرز وأكروم حتى شواطئ المتوسط،
ومن حوض نهر الجوز حتى ضفاف النهر الكبير،
يمتد لبنان الشمالي في تنوع مائي وجيولوجي وبيئي رائع،
وتغرق جرود البترون، وبشري، وسير الضنية، وفنيدق، وعكار العتيقة، ومنطقة اكروم، ووادي خالد، في حرمانها المائي والتنموي المزمن.

يغطي لبنان الشمالي مساحة ٢١٠٠ كلم٢ (خمس مساحة البلاد)، وتتقاسمه سبعة أحواض نهرية هي:

نهر الجوز، نهر العصفور، نهر قاديشا ــ أبو علي، نهر البارد ـ أبو موسى، نهر عرقه، نهر اسطوان، وقسم من حوض النهر الكبير الجنوبي (ثلث مساحته في لبنان والباقي في سوريا) (راجع الجدول رقم ١).

وبين هذه الاحواض الكبرى توجد مجموعة احواض نهرية صغيرة منها:

وادي المدفون، وادي الهري، وادي البحصاص، أبو حلقة، المنية، الجاموس، حلبا الخ..

ولبنان الشمالي غني بأمطاره وثلوجه، ومعدلات التساقط فيه هي الأعلى في لبنان (١١٠٠ ملم في المتوسط كل سنة).

أما كمية المياه التي يتلقاها لبنان الشمالي في السنة المتوسطة فتبلغ ٢,٣ مليار م٣، وهي تتوزع على الشكل التالي:

٤٠٪ تبخر وتنفس نبات (Evaporation + Evapotranspiration)،

٢٠٪ جريان سطحي (Ruissellement)،

٤٠٪ تسرب الى داخل الطبقات الصخرية (Infiltration).

جدول رقم ١

معلومات عن الأحواض النهرية للبنان الشمالي

اسم النهر	المساحة كلم٢	أعلى ارتفاع في الحوض بالمتر	التصريف السنوي المتوسط مليون م٣	تصريف النهر عند الشحائح القصوى متر مكعب/ثانية
نهر الجوز	١٩٠	٢٥٥٠	٦٠	صفر
نهر العصفور	٩٠	١٧٧٠	٥	صفر
نهر قاديشا- ابو علي	٤٧٥	٣٠٨٣	٢٢٥	٠,٧
نهر البارد- ابو موسى	٢٨٥	٣٠٨٣	٢١٠	٠,٣
نهر عرقه	١٣٠	١٢٦٣	٤٠	٠,٥
نهر اسطوان	١٦٠	١٥٣٢	٣٥	٠,٣
النهر الكبير الجنوبي	٣٠٠ (في لبنان) ٦٤٠ (في سوريا)	١٨٥٠	١٥٠	٠,٥
الوحدات النهرية الصغرى	٤٧٠		٧٥	
المجموع	٢١٠٠ (مساحة لبنان الشمالي)		٨٠٠	

من الناحية الجيولوجية نجد ان جميع طبقات السلم الستراتيغرافي اللبناني ممثلة بشكل واضح في لبنان الشمالي:

من الجوراسي (Jurassique) الذي يزيد سمك طبقاته الكلسية والدولوميتية عن ٨٠٠ م.

الى السينومنيان والتورونيان (Cénomanien et Turonien) الذي تصل طبقاته الكلسية والدولوميتية الى ٨٠٠ م أيضاً.

الى الميوسين (وبالتحديد الفاندوبنيان – Vindobonien) الذي تبلغ سماكة صخوره الكلسية ٢٥٠ م في طرابلس وجبل تربل وجبل قلحات، وأحياناً تكون على شكل صخور مجمعات (Conglomérats).

الى صخور البازلت الرباعية في عكار، والارسابات الرباعية المختلفة في سهل عكار وهضبة الكورة ــ زغرتا.

وهذه الصخور تتميز بنفاذيتها العالية، وبينها طبقات حوارية وطينية غير منفذة.
مهما يكن فإن مساحة الصخور المنفذة في لبنان الشمالي تناهز ١٤٥٠ كلم٢، أي ٦٩٪ من المساحة الاجمالية، مما يفسر نسبة التسرب (Infiltration) الكبيرة (٤٠٪) الى داخل الطبقات الصخرية.
من هنا فإن المياه الجوفية في لبنان الشمالي لها السبق في كل استغلال رصين. وهي تتمثل بينابيع كبيرة، وبخزانات جوفية تعمل الدولة على استغلالها بشكل مدروس لتأمين مياه الشفة بالدرجة الأولى.

٢ ـ مواد البحث

لن نُغرق القارئ بالتفاصيل، لكننا نلفت المهتمين أننا قمنا مع المكتب الفني للانماء (BTD) بدراسات تفصيلية وافية للموارد المائية في الشمال، وذلك لصالح مجلس الانماء والاعمار، ووزارة الطاقة والمياه (الموارد المائية والكهربائية سابقاً).
من هذه الدراسات التفصيلية:

- ❖ دراسة جرد البترون (١٩٨٦)،
- ❖ دراسة المنطقة الوسطى والساحلية من البترون (١٩٩٦)،
- ❖ دراسة حوض نهر العصفور (١٩٩٧)،
- ❖ دراسة المياه في قضاء بشري (١٩٩٩)،
- ❖ دراسة المياه في الكورة (١٩٩٤)،
- ❖ دراسة المياه في شكا (١٩٩٦)،
- ❖ دراسة نبعي رشعين والقاضي (١٩٩٥)،
- ❖ المياه الجوفية في طرابلس وما حولها وبالأخص نبع أبو حلقه، ونبع الهاب، وخزان الميوسين الجوفي (١٩٩٦ - ١٩٩٩)،
- ❖ مياه وادي جهنم (وخصوصاً نبعي البرغش وكف التينة) (١٩٩٧)،
- ❖ مياه عكار والجومة (١٩٩٦)،
- ❖ مياه القبيات والدريب (١٩٩٦)،
- ❖ مياه اكروم وكفرتون (٢٠٠١).

ولا يخفى ان مستوى البحث انطلق من دراسة كل مصدر مياه في المنطقة، ان كان ذلك مياهاً سطحية أو ينابيع، وقد نظمت استمارة لكل نبع كبير أو صغير، مع توطين على خرائط ١/٢٠,٠٠٠.
هذه الموارد مع موارد اضافية اقترحناها لسد حاجات مياه الشفة حتى سنة ٢٠٢٥، شكلت

قاعدة للدراسات التفصيلية التي تلت والتي تناولت خطوط الدفع ومواقع الخزانات وشبكات التوزيع، بحيث دخلنا الى كل قرية وحي وشارع ليكون البحث كاملاً وشاملاً.
وفي كل ذلك كان الهمّ البيئي هاجسنا بهدف حماية مصادرنا المائية، وقد رافق كل دراسة خريطة تفصيلية بكافة نقاط التلوث كبيرها وصغيرها في القرى والوديان والمدن، وذلك لتقويم الموضوع واعطائه حق قدره وتسهيل معالجته.

٣ ـ منهجية البحث عن الموارد

نحن في استراتيجيتنا وفي تدريسنا لمادة «الموارد المائية المتاحة» نتبع الأولويات التالية بالنسبة للبنان.

أولاً ـ الينابيع

نبحث أولاً عن الينابيع الطبيعية، فندرس جيولوجيتها، وطريقة انبعاثها الى السطح، وتصريفها وقت الشحائح والفيضان، وندرس نواحي استغلالها الحالي، والحقوق على مياهها. ثم نقوّم كيفية الاستفادة منها.
وللأسف فإننا نصطدم بشكل شبه دائم بالاعراف والحقوق على المياه، وباستعمال بعض الينابيع بالكامل كمياه للري.
طبعاً نحن ضنينون بمياه الري، ونريد أن نحافظ على كافة الحقوق، ولا نرضى أن تعطش أو تتلف شجرة تفاح واحدة بفعل نزع الحقوق واستملاك الينابيع وتخصيصها لمياه الشرب، ونحرص على تأمين الموارد البديلة لتامين حاجات الري قبل المساس بأي نبع وحصره لأغراض الشرب والاستعمال المنزلي.
فيما خص لبنان الشمالي دُرست كل الينابيع تقريباً، بما فيها الينابيع المعزولة في قاع وادي جهنم، ولدينا تصور لاستغلال كل منها، ولا سبيل للغوص في التفاصيل في هذه العجالة. لكن وبشكل مختصر نستعرض بعض الأمثلة والمبادئ التي اعتمدت للاستفادة أكثر من الينابيع المهمة.

❖ المبدأ الأول:

تم التفكير باستعمال مياه الينابيع المرتفعة خارج أوقات الري. وهو أمر مبرر نظراً لسهولة التوزيع بالجاذبية. لكن هذا المبدأ يستلزم اقناع أصحاب الحقوق للتمكن من بناء منشأة الحصر، وتأمين النصوص القانونية اللازمة، مع تأكيد واضح من الادارة بحفظ حقوق المزارعين.

نبع الشوح مثلاً سيستعمل لتأمين مياه الشفة لعكار العتيقة والشقدوف في الشتاء، وعندما يحين فصل الري تبدأ الآبار بالضخ من الوديان الى الخزانات، وتعود المياه الى أصحابها (وفي هذا وفر كبير).
ويمكن تعميم ذلك على الينابيع المتفجرة في حوب (تنورين)، وحصرون، ومار سركيس، ونبع السكر، وفنيدق، ونبع النصارى وغيرها.

❖ المبدأ الثاني:

وضع اليد على الينابيع المستعملة لتوليد الكهرباء: فنبع قاديشا المستعمل لتوليد الكهرباء لا يعطي في فصل الصيف سوى كميات كهرباء قليلة إضافة الى ان المياه تصبح في قاع وادي قنوبين، فينخفض مستواها ولا تعود ذات نفع بالنسبة لبشري وقضائها، وهما بأمس الحاجة لمياه الشرب.
الفكرة هي: ما المانع من توقيف معمل بشري لتوليد الكهرباء في الصيف وتوزيع مياه قاديشا على قرى القضاء من النبع مباشرة.

❖ المبدأ الثالث:

دراسة امكانية زيادة تصريف بعض الينابيع وذلك بإقامة منشآت الحصر الملائمة، واللجوء الى الضخ في أوقات الشحائح لزيادة التصريف كما في نبع الغارة مثلاً على وادي عرقا، وربما على عيون السمك في البارد، ونبع المسحور في طرزا.
دراسة الينابيع وما يمكن استغلاله منها، تأتي بالدرجة الأولى في البحث عن موارد المياه في أي منطقة، وقد لحظت الخطة العشرية تحسين منشآت الحصر ومنع تهريب المياه على أكثر من ٢٤ نبعاً.
وطبعاً لا ننسى المياه المتسربة نحو البحر، والتي تضيع فيه على شكل ينابيع بحرية جرى الكشف عن معظمها منذ سنة ١٩٧٢، بواسطة الاستشعار عن بعد، وباستعمال الأشعة ما دون الحمراء.
وأهم مثل على استغلال هذه الثروات المشروع الرائد على نبع أبو حلقة عند مدخل طرابلس الجنوبي، الذي دُرس لتأمين ٣٥,٠٠٠ م^3/في اليوم، ترسل الى محطة البحصاص لتوزع على طرابلس ونواحيها في كافة فصول السنة.
ولا ننسى ينابيع شكا البحرية التي دُرست منذ ١٩٦٤، وتتعاقب الدراسات عليها حتى اليوم وقد جرى استغلال بعضها بالضخ في محطة جرادة لتأمين مياه الشفة لشكا وأنفه وفيع وغيرها. وقد خطط لاقامة محطتان غير جرادة اصطدمتا بعقبات كبرى.

واستغلال جرادة وغيرها يجب أن يرافقه مراقبة دقيقة للآبار المهمة في بعض المعامل وشركات الترابة. ومراقبة أدق لنسبة الملوحة لأن الكارست جدّ متطور تحت سهل شكا والطبقات الكلسية للتورونيان تميل نحو الشرق على طول الشاطئ.
لكن يمكن أيضاً التفكير بالاستفادة من ينابيع شكا والينابيع البحرية الأخرى على شاطئنا الشمالي بواسطة الحصر المباشر عند مخارج هذه الينابيع في البحر، وذلك باستعمال التقنيات الحديثة المناسبة.

ثانياً - الآبار

بعد الينابيع التي تعطينا ثرواتها بسخاء ودون عناء، نصل الى المياه المتجمعة في خزاناتنا الجوفية، والتي تبقى دفينة وغنية حتى بعد أن تشح الينابيع وتنضب.
نسارع الى القول أنه ما دام في لبنان أمطار وثلوج، وما دام في لبنان سواقي وجداول وأنهار تجري، فإن المخزون الجوفي العميق يتجدد تلقائياً وسنوياً ولا خوف عليه اطلاقاً من النضوب.
وبالتأكيد لسنا ندعو الى الاستغلال الجائر، الذي قد تكون له نتائج عكسية عند الشحائح، وقد يصل الأمر في بعض المناطق الساحلية الى تسهيل وصول مياه البحر الى داخل القارة.
إذاً هذا المورد المهم في بلادنا نعتمد عليه بالدرجة الثانية بعد الينابيع لأنه متوفر، ولانه يمكن أن يتأمن قريباً من مناطق الاستهلاك، مما يوفر علينا بناء خطوط دفع طويلة وباهظة الثمن.
أما كلفة الحفر والتجهيز والضخ فتبقى مقبولة نظراً لنوعية المياه الجيدة التي يمكن الحصول عليها والتي لا تحتاج الى كبير معالجة.
وخزاناتنا الجوفية باختصار هي مئات الملايين من الامتار المكعبة التي تشكل سدوداً وبحيرات جوفية رائعة لا تستلزم استملاكاً لأراضي البحيرة، ولا تستلزم بناء حاجز سد كبير الكلفة، ولا تستلزم تكريراً مكلفاً والزامياً لمياهها، ناهيك عن خطوط الجر الكبرى من بحيرات السدود الى مناطق الاستهلاك.
ومثل مدينة طرابلس غني عن البيان في هذا السياق، اذ استطعنا بعد رسم الخريطة الجيولوجية التفصيلية مقياس ١/٢٠,٠٠٠، ان نكتشف حاجزاً هيدروجيولوجياً مهماً يمتد من القلمون حتى البداوي ويعزل بشكل جدي الطبقات الكلسية للفاندوبنيان عن البحر. وتمكّنا بذلك من تنفيذ عدة آبار ناجحة بين وادي أبو حلقة والبداوي مروراً بآبار المنار، الخناق، الحدادين، جسر أبو علي، الضناوي، كروم اللوز (مقابل ثكنة

القبة)، وبعل محسن وغيرها. وقد أعطت ما يزيد عن ٤٠,٠٠٠ متراً مكعباً يومياً وأسهمت في سدّ النقص في مياه الشفة.

هذه الآبار حُفرت جميعها الى أعماق تزيد عن ٢٠٠م ووصل بعضها الى عمق يزيد عن ٣٠٠م. وكلها دون استثناء تفجرت مياهها القوية على أعماق موجودة تحت مستوى سطح البحر بأكثر من ١٥٠ متراً، دون أن تكون مالحة أو تظهر فيها أي بوادر ملوحة.

أهمية هذه الآبار انها موجودة في الفيحاء نفسها وفي وسط منطقة الاستهلاك في أبو سمرا والقبة وبعل محسن الخ.. ويمكن ايصالها بسهولة ودون كبير تكلفة الى المواطنين.

أما الخزانات الجوفية الكبرى في لبنان الشمالي فتتمثل بـ:

١ـ **الخزان الجوراسي:** الذي يغطي مساحة إجمالية تبلغ ٢٥٠ كلم^{2} في تنورين ـ دلّه، ووادي قاديشا، ووادي جهنم، والجومة، وعكار العتيقة. وقد حفرت فيه عدة آبار ناجحة في حوب وكفرحلدا، وفي رحبة والحويش والعيون وبزبينا وعين يعقوب، وستحفر قريباً ثلاث آبار في اطار مشروع عكار العتيقة والشقدوف.

٢ـ **خزان السينومنيان والتورونيان:** وهو يغطي مساحة ٧٥٠ كلم^{2} في جبل الرهوة والبترون الوسطى والساحلية، وفي منطقة بزيزا ـ دار بعشتار وشكا، وفي جبل الأرز وكرم المهر ورشعين ونبع السكّر، كذلك في جبل القموعة وأكروم، وفي المنطقة الالتوائية الممتدة من القبيات الى تكريت فبرقايل وجديدة القيطع.

وقد حفرت عدة آبار استثمارية ناجحة في البترون الوسطى بين جربتا وعبرين، وكذلك في إجد عبرين وكفرحاتا، وشكا. وحفرت آبار مهمة أيضاً في منطقة نبع القاضي وكفرفو وفي منطقة بزال والمباركية، والقبيات وعندقت وشدرا، وأخيراً تم حفر أربع آبار جيدة في منطقة أكروم والمونسة.

٣ـ **خزان الميوسين:** يغطي حوالي ١٢٠ كلم^{2} وقد أعطى كما أسلفنا مياهاً مهمة لمدينة طرابلس، لكن جرى استثماره أيضاً في هضبة الكورة وحول زغرتا. وأهم الآبار هناك بئر ضهر العين.

٤ـ **خزان البازلت الرباعي:** وقد أظهر إمكاناته في عدة أماكن وبالخصوص في آبار دارين (شمال حلبا)، وكذلك في آبار الشيخ طابا.

ثالثاً ـ السدود

المورد الثالث بعد الينابيع والآبار يتمثل بتجميع المياه التي تسيل سطحياً في انهارنا وتتوجه نحو البحر دون الاستفادة منها.

هذه المياه يمكن أن تُحجز ببناء السدود في المواقع الملائمة. ويقيننا أن هذا الحل لا

مفر منه في السنوات المقبلة مهما بلغ ثمنه، وذلك توخياً للإنماء الموعود ولزيادة رقعة الأراضي المروية.

لذلك لحظت الخطة العشرية للأعوام ٢٠٠٠ ـ ٢٠٠٩، والتي وضعتها مديرية التجهيز المائي والكهربائي في وزارة الطاقة والمياه، إنشاء مجموعة سدود وبرك جبلية في لبنان الشمالي (يجمعها الجدول رقم ٢)، أهمها سد نورا التحتا على النهر الكبير وهو يجمع ٦٠ مليون م٣ ويتطلب تنسيقاً لبنانياً سورياً لبنائه واستغلاله.

سد دار بعشتار (٥٥ مليون م^{3}) على نهر العصفور وهو يجب أن يستعين بنهر قاديشا لملء بحيرته.

وكذلك الأمر بالنسبة لسد قرقف (٣٠ مليون م^{3}) الذي يجب ملؤه من النهر البارد.

على كل حال فإن كمية المياه التي يمكن حصرها وراء السدود في حلتها النهائية هي ٢٥٠ مليون م^{3}، بانتظار ايجاد أماكن أخرى مناسبة لجمع كميات أكبر من المياه المفقودة شتاءً.

جدول رقم ٢

السدود والبرك الجبلية المقترحة للبنان الشمالي

اسم السد أو البركة	ارتفاع الحاجز بالمتر	قدرة التخزين بملايين الامتار المكعبة
سد بلعه (نهر الجوز)	٣٥	١
سد قلعة المسيلحه (نهر الجوز)	–	٢٠
سد دار بعشتار (نهر العصفور)	٧٠	٥٥
سد ايعال (نهر جوعيت – ابو علي)	٥٠	١٠
سد حيلان (ابو علي)	٤٥	٩
سد سنترال البارد (نهر البارد)	٥٠	٣٥
سد قرقف (وادي الجاموس)	٦٥	٣٠
سد كفرحرّا (نهر اسطوان)	٦٥	٢٩
سد نورا التحتا (النهر الكبير)	٦٥	٦٠
بركة بريصه	–	٠,٩
بركة القاموعة	–	١
بركة الاطلبة	–	٠,٧
بركة الغواشرة	–	٠,٣٥
بركة عيدمون	–	٠,٣

في الختام فإن لبنان الشمالي يتمتع بموارد مائية وافرة، وان كمياتها، إذا ما أحسن استعمالها وادارتها، تكفي لحاجات الشرب والاستعمال المنزلي والري والصناعة... لسنوات كثيرة قادمة. لكن في كل ذلك يجب المحافظة على نوعية المياه، من آفات التلوث الزاحف مع تمدين سواحلنا وقرانا بحيث أن الخطر أصبح داهماً في بعض الأماكن، إذ أن مياه المجارير تشكل شلالات كاملة تحت بشري وقرب مشمش، كما أن أكوام الزبالة تكدست في أماكن كثيرة وحتى فوق نقطة تفجر بعض الينابيع. والمجارير وصلت الى مياه بعض الينابيع كما في نبعي رشعين والهاب وغيرها.

مياه الشفة والري

إعداد: د. موسى نعمة

- أستاذ علم الري وفيزياء التربة في كلية العلوم الزراعية والغذائية - الجامعة الأميركية في بيروت.
- له كتب ومنشورات علمية عدة في مجال الري.
- حائز على جائزة «كروفورد ريد» ١٩٦٨ لرجل العام في الري خارج الولايات المتحدة الأميركية التي تقدمها الجمعية الأميركية للري.

أ ـ مياه الشفة

ان واقع المياه في لبنان يعتمد على مياه الامطار. وهذه المياه يختلف توزيعها حسب الزمان والمكان. ومحافظة الشمال هي جزء من هذا الواقع. فمن ناحية الزمان، فان المياه تهطل في مرحلة زمنية لا تتعدى ٨٠ يوماً في السنوات الغزيرة. اما في المكان، ففي الشمال نرى ان كمية الامطار تختلف من الساحل ٨٠٠ مم وتزيد الى ١٤٠٠ مم في اعلى الجبال. وان هذه العوامل لها تأثير كبير على مياه الشفة اذ اننا نرى ان المياه تنتقل من قضاء الى قضاء أو من حوض الى آخر وهذا بطبيعة مجرى الينابيع والانهر.

لقد قدرت بعثة «ارفد» في اوائل الستينات الحاجات لمياه الشفة بـ١٥٠ لتر في اليوم الواحد للشخص في المدن الكبرى (بيروت) وبـ١٢٥ لتراً في اليوم للشخص الواحد في المدن الصغرى والارياف.

وفي دراسة Camp Dresser & Mekee في سنة ١٩٨٠ اعتمدت التوزيع التالي:

- ١٦٥ لتر في اليوم للشخص الواحد سنة ١٩٩٠
- ٢١٠ لتر في اليوم للشخص الواحد سنة ٢٠٠٠
- ٢٦٠ لتر في اليوم للشخص الواحد سنة ٢٠١٥

اما الاستهلاك الفعلي للشخص الواحد يبلغ ٧٤ لتر كما تبين في دراسة للمهندس زياد حجار سنة ١٩٩١ وفي تحديث للدراسة المذكورة حول المصالح المستقلة سنة ١٩٩٦ وبناء لطلب وزارة الموارد المائية والكهربائية فقد تبين ان الاستهلاك الفعلي هو بحدود ٦٩ لتر بواسطة الشبكات الحالية، وإذا ما عاد تأهيلها هذه الشبكات فإن الكمية التي تصل تقدر ١٢٧ لتراً باليوم للشخص الواحد.

جدول رقم ١

الوضع الحالي للكميات الافرادية الممكن تأمينها للمشترك ومقارنتها بالحاجات الفعلية

الاسم	الكميات المتوفرة م³ يومي		حصة الفرد اليومية باللتر	
	الحالية	المستقبلية	حالياً	مع المصادر المقترحة
مصلحة مياه طرابلس	١٢٠,٠٠٠	٢١٠,٠٠٠	٤٨	٨٣
مصلحة مياه زغرتا	٦,٠٠٠	٦,٠٠٠	٧٣	٧٣
مشروع مياه الشفة في قضاء زغرتا	١٠,٠٧٠	١٠,٢٧٠	١٣١	١٣٤
مصلحة مياه بشري للشفة والري	٧,٧٥٠	١٨,٧٥٠	٨٧	٢١١
مصلحة مياه البترون للشفة والري	١٢,٨٥٠	٢٤,٦٠٠	١٠٥	٢٠٦
مصلحة مياه الكورة	٢٥,٠٥٠	٦٦,١٠٠	١٠٠	٢٦٤
مصلحة مياه الضنية ـ المنية للشفة والري	٣٦,٤٠٠	٤١,٥٠٠	١٢٣	١٤٠
مصلحة مياه القبيات	٦,٨٦٠	٩١,٩٩١	١٣٦	١,٨٢٣
مصلحة مياه عكار للشفة والري	٥,٦٠٠	٩,٣٠٠	١٠	١٦

المهندس زياد حجار: اوضاع مصالح المياه الفنية والادارية في لبنان.

اما الاحتياجات مياه الشفة المستقبلية حسب تعداد السكان وتطور الحاجات مع السنين المقبلة فهي مبنية تفصيلياً في الجدول رقم ٢ بناءً للدراسة نفسها التي ذكرت سابقاً.

جدول رقم ٢

تطور الحاجات اليومية، عدد السكان، وحاجات مياه الشفة الاجمالية لمصالح المياه في الشمال

الاسم	الحاجات الفردية لتر/اليوم			عدد السكان			الحاجات م٣ يومي		
	١٩٩٥	٢٠٠٥	٢٠٢٠	١٩٩٥	٢٠٠٥	٢٠٢٠	١٩٩٥	٢٠٠٥	٢٠٢٠
مصلحة مياه طرابلس	٢٠٩	٢٤٣	٢٩٣	٦٣٠٠٠٠	٧٦٧٩٠٠	١٠٣٣٥٨	١٣١٨٦٠	١٨٦٤٥٠	٣٠٢٨٦٠
مصلحة مياه زغرتا	٢٠٢	٢٣٥	٢٨٣	٢٤٠٠٠	٤١٤٤٠	٥٥٧٨٠	٦٨٨٠	٩٧٣٠	١٥٨٠٠
مشروع مياه الشفة في قضاء زغرتا	١٥٨	١٨٤	٢٢٢	٣١٤٥٠	٣٨٣٤٠	٥١٦٠٠	٤٩٨٠	٧٠٤٠	١١٤٣٠
مصلحة مياه بشري للشفة والري	١٧٨	٢٠٦	٢٤٩	٥٤٣٢٠	٦٦٢١٠	٨٩١٢٠	٩٦٥٠	١٣٦٥٠	٢٢١٧٠
مصلحة مياه البترون للشفة والري	١٧٦	٢٠٤	٢٤٧	٨٨٢٦٠	١٠٧٦٠٠	١٤٤٨٠٠	١٥٥٤٠	٢١٩٨٠	٣٥٧١٠
مصلحة مياه الكورة	١٧٨	٢٠٧	٢٥٠	١٠٢٨٥٠	١٣٥٣٧٠	١٦٨٧٤٠	١٨٣٥٠	٢٥٩٥٠	٤٢١٤٠
مصلحة مياه الضنية ـ المنية للشفة والري	١٧٣	٢٠١	٢٤٢	٧٣٨٦٠	٩٠٠٤٠	١٢١٩٠	١٢٧٩٠	١٨٠٨٠	٢٩٣٧٠
مصلحة مياه القبيات	١٦٤	١٩٠	٢٢٩	٢٣١٠٠	٢٨١٦٠	٣٧٩٠٠	٣٧٩٠	٥٣٥٠	٨٦٩٠
مصلحة مياه عكار للشفة والري	١٧٠	١٩٧	٢٣٨	٩٢٥٣٠	١١٧٩٠	١٥١٨٠٠	١٥٧٣٠	٢٢٢٤٠	٣٦١٢٠

❖ اوضاع مصالح مياه الشفة الحالية

يمكن تقسيم مشاريع مياه الشرب الى ثلاثة اقسام:

١ـ **سنين الاربعينات وما قبل:** وهي مشاريع قامت على جر المياه بالجاذبية وقد قامت باكثرها شركات حصلت على امتياز الجر والتوزيع.

٢ـ الخمسينات واوائل الستينات: واعتمدت هذه المشاريع على الضخ في معظمها وقد درست ونفذت بمساعدة المنظمة التمية الاميركية ومن هذه المشاريع على سبيل المثال لا الحصر:

- مشروع آبار العيون الى قرى قضاء عكار
- مشروع دلة والغواويط الى قرى قضاء البترون
- مشروع نبع القاضي الى قرى قضاء زغرتا

٣ـ **اواخر الستينات وحتى اليوم:** تعتمد هذه المشاريع على الآبار والضخ بعدما استنفدت جميع الينابيع المعروفة. مثالاً على ذلك:

- آبار البيرة والقبيات الى قرى قضاء عكار
- آبار جديدة في العيون الى قرى قضاء عكار
- آبار الجرادة الى قرى مياه الكورة
- آبار متفرقة في العديد من القرى

❖ **اوضاع الشبكات من الناحيتين الفنية والادارية**

ان المصالح المسؤولة عن القرى المجهزة بشبكات تعاني من مشاكل وصعوبات إدارية وفنية.

١ـ **المشاكل الادارية:** تتميز المشاريع المائية بعدد كبير من المصالح واللجان. ففي محافظة الشمال تسعة مصالح وعشرات اللجان مستقلة عن بعضها لغاية الآن. وتوحّدت الآن بمصلحة واحدة وهي مصلحة مياه لبنان الشمالي التي ستهتم بجميع اعمال المياه من شرب وري ومياه مبتذلة، انتاجياً ومعالجة وتوزيعاً وتصريفاً.

ان المصالح المذكورة كانت تعمل تحت وصاية وزارة الموارد المائية والكهربائية. إن كثرة هذه اللجان والمصالح يحتم صغر حجمها وبالتالي عدم تأمين الجهاز الفني اللازم للتشغيل والصيانة. بالاضافة الى ذلك، وصاية الوزارة التي تحول دون الاستقلالية في معالجة الامور عندما تزيد كلفتها عن مبلغ معين قبل موافقة الوزارة.

٢ـ عدم السماح بالتوظيف جعل هناك نقصاً كبيراً بالموظفين المنتجين أو المختصين وقد حلت قسماً من هذه المشكلة عندما اعيد تنظيم هذه المصالح في عام ١٩٩٤ كما مبين الجدول رقم ٣.

٣ـ التعديات على الخطوط والمآخذ غير الشرعية تجعل نسبة الهدر تفوق الخمسين بالمئة في بعض المصالح. ونعني هنا بالهدر كميات المياه التي لا يمكن وضع فاتورة بها مما يضعف الميزانية ويقلل الموارد المالية للصيانة.

❖ **الناحية الفنية:** ان شبكات مشاريع مياه الشفة قد انشيء معظمها ما بين الخمسينات والستينات اي ان عمرها تعدى الثلاثين سنة وهو السن الطبيعي لاستهتلاكها. وان هذه الشبكات والمنشأت لكانت تبقى مقبولة لولا الاحداث التي مرت بلبنان، حيث انعدمت الصيانة، وزاد التخريب، ولم يجر تجديدها حتى الآن. وان هذه الشبكات عدى عن انها قديمة ليس بمقدورها جر المياه الكافية للسكان لان عددهم قد ازداد والكمية المطلوبة من الخط الواحد قد تضاعفت.

كان توزيع المياه في هذه الشبكات يتم بنقل المياه من المصدر الرئيسي الى خزان في اعلى نقطة في القرية (Balance Reservoir) ومنه يتم التوزيع الى القرية. فقد تم انشاء منازل فوق هذا الخزان وهذا زاد في عدم جدوى هذا التوزيع. ولغاية الآن في معظم المصالح في لبنان الشمالي لم تعير الشبكة ولم يؤهل التوزيع.

جدول رقم ٣

الوضع العام لمصالح مياه في لبنان الشمالي

الاسم	الصفة	المركز الرئيسي	سنة بدء الاستعمال	التنظيم	لجان	
					شفة	شفة وري
مصلحة مياه طرابلس	شفة	طرابلس	١٩٣٢	١٩٣٥	-	-
مصلحة مياه زغرتا	شفة	زغرتا	١٩٣٧	١٩٣٧	-	-
مشروع مياه الشفة في قضاء زغرتا	شفة	زغرتا	١٩٦٣	١٩٩٥	٢	٣
مصلحة مياه بشري للشفة والري	شفة وري	بشري	١٩٣٣	١٩٩٤		٦
مصلحة مياه البترون للشفة والري	شفة وري	البترون	١٩٦٧	١٩٩٤	١	١
مصلحة مياه الكورة	شفة	اميون	١٩٥٦	١٩٩٤	-	-
مصلحة مياه الضنية ـ المنية للشفة والري	شفة وري	سير الضنية	١٩٣٢	١٩٩٤	١	٣
مصلحة مياه القبيات	شفة وري	القبيات	١٩٣٢	١٩٩٤	١	٦
مصلحة مياه عكار للشفة والري	شفة وري	حلبا	١٩٣٢	١٩٩٤	-	٣

❖ **الحلول في مياه الشفة**

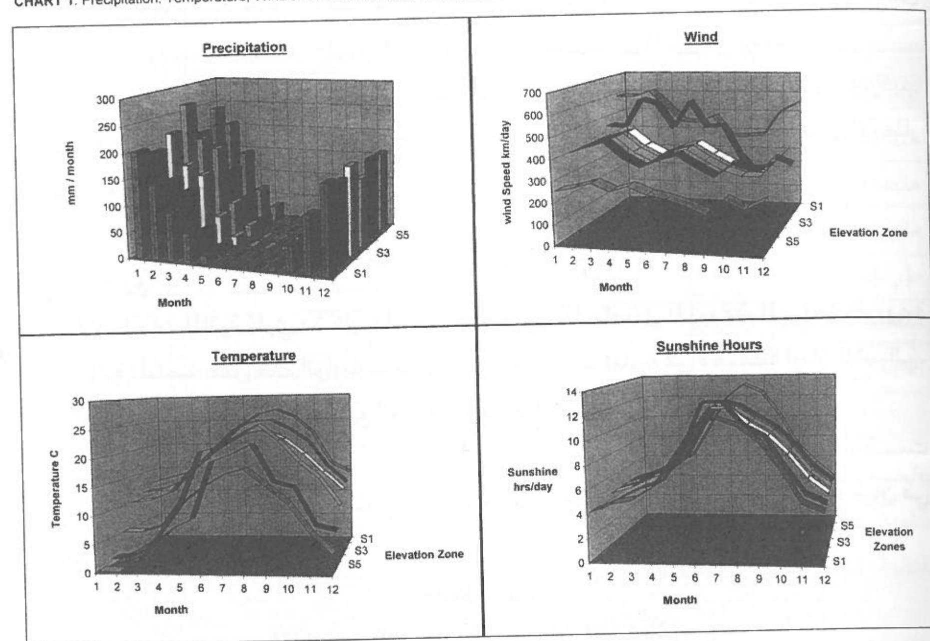
١ـ منع الهدر بشتى انواعه شرعياً ام غير شرعياً.

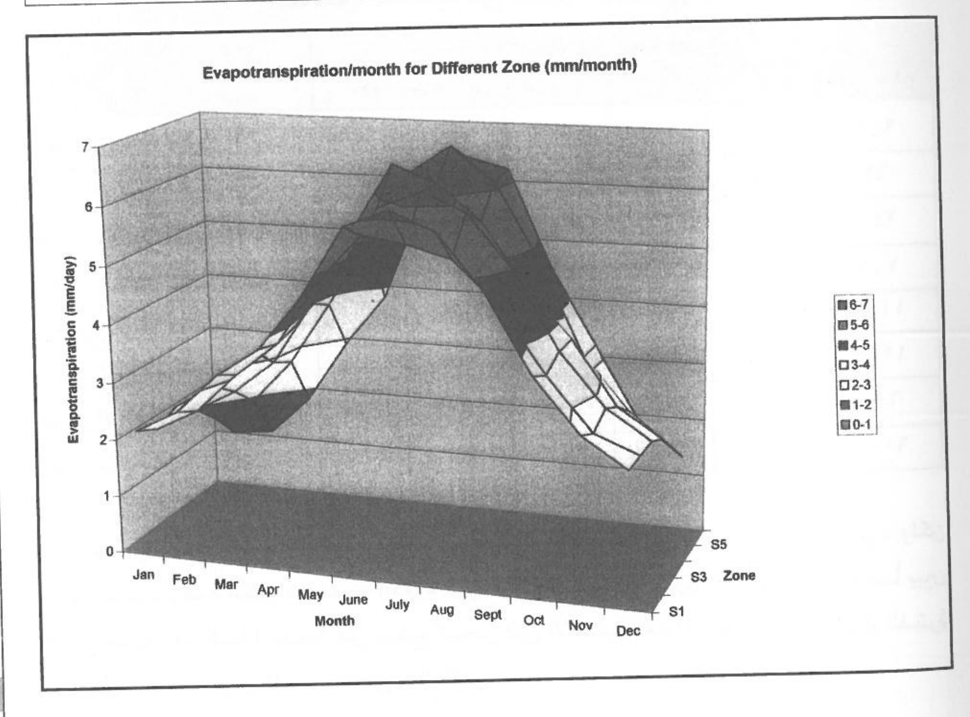
٢ـ تأهيل أو تغيير الشبكات بالتعاون مع البلديات لسد الحاجات المطلوبة.

٣ـ تأهيل مصلحة مياه الشمال بالكوادر الفنية والتجهيزات الحديثة.

٤ـ على المواطنين وخاصة أهل القرى ولسد حاجاتهم ان يلجاؤا الى الحلول القديمة اي ما قبل وجود شبكات المياه. وذلك بتجميع مياه الشتاء من سطوح منازلهم في خزانات مائية ارضية.

CHART 1. Precipitation, Temperature, Wind and Sunshine Hours for North 1: Anda to Batroun





فبناء ذات سطح مساحته ٢٠٠ متر مربع يقدر ان يجمع ١٨٠ ـ ٢٠٠ متر مكعب من المياه الذي يؤمن ٦٠ ليتراً يومياً للشخص على مدار السنة إذا كان عدد سكان المنزل عشرة اشخاص.

٥ـ على مصلحة مياه لبنان الشمالي حصر كميات المياه المتاحة والمستعملة لمياه الشفة وتركيب العدادات على الآبار جميعاً (العامة والخاصة) من اجل وضع خطة مائية في ايام هطول الامطار العادية وفي السنين الجافة.

ب ـ مياه الري

ان الاحتياجات المائية للري بشكل عام تعتمد على نوع المحاصيل المزروعة، المساحة المزروعة والمنطقة المناخية فمن هذه الزاوية سأطرق الى الاحتياجات المائية في محافظة لبنان الشمالي.
ام كمية المياه المتاحة للري والمشاريع السمتقبلية سأتركها الى الورقة التالية.
كما ذكر سابقاً ان كمية الامطار والعوامل المناخية تختلف من الساحل الى الجبل وقد قسمت منطقة لبنان الشمالي الى سنة مناطق مناخية حسب ارتفاعها عن سطح البحر كما هو مبين في الجدول رقم ٤ والصورة رقم ١.

جدول رقم ٤

المناطق المناخية في لبنان الشمالي

	الارتفاع فوق سطح البر (م)					
	٠,٢٥٠	٢٥٠ ـ ٤٥٠	٤٥٠ ـ ٦٥٠	٦٥٠ ـ ٨٥٠	٨٥٠ ـ ١١٠٠	فوق ٨١٠٠
معدل الحرارة درجة	١٩,٥	١٨,٢	١٦,٩	١٥,١	١٠,٣	٩,١
معدل الرطوبة ٪	٧١	٧١	٦٣	٦٩	٦٣	٦٢
معدل سرعة الرياح كم باليوم	٤٩٢	٤٢١	٣٦٠	٣٦٠	٣٣٠	٢٤٠
معدل ساعة الشمس (ساعة)	٧,٤٠	٧,٦	٧,٨	٧,٧	٧,٧	٧,٩
مجموع كمية الامطار (مم)	٨٤١	٨٥٤	٩٣٠	٩٨٠	١٠٤٠	١١٥٠
النتج التبخري (مم)	١٤٧	١٣٨٠	١٣٧٠	١٣٥٠	١٣٠٠	١٢١٠
معدل الاحتياجات المائية (مم)	٧٣٥	٦٩٠	٦٧٠	٦٥٠	٦٣٠	٦٠٠
احتياجات مائية م٣/هكتار	٧٣٥٠	٦٩٠٠	٦٧٠٠	٦٥٠٠	٦٣٠٠	٦٠٠٠

فإن الجدول رقم ٤ يبين معدل الاحتياجات المائية المثلى لاكثر الزراعات المتطلبة مياها للري. ولكن يمكن تخفيض هذه الكميات حسب الدورة الزراعية وباستعمال الطرق الحديثة للري وايضاً يبين هذا الجدول انه كلما ارتفعنا عن سطح البحر فإن الاحتياجات المائية تقل، لأن طول الفترة الزراعية السنوية تقل وذلك بسبب برودة الطقس.

أما المساحة المزروعة والقابلة للزرع والمروية والقابلة للري هي كالآتي:

	المساحة العامة هكتار	الأراضي الزراعية المستعملة/ هكتار	الأراضي الزراعية غير المستعملة/ هكتار	الأراضي المروية هكتار
منطقة عكار	٧١٣١٠	٥٠٣٠٠	١٢٠١٠	١٠٣٨٠
منطقة الكورة ـ زغرتا	٣٥٦٠٠	٢٣٤٠٠	٧٦٥٠	١٧٠٠
منطقة بشري	١٠٨٠٠	٤٤٠٠	٣٣٠٠	٢٢٠٠
طرابلس الضنية	٤٦٨٧٠	٢٠٠٠٠	١٨٠٠٠	٢٨٠٠
منطقة البترون	٢٨٥١٠	٨٣٠٠	١٢٢٧٠	٢٠٠٠
المجموع	**١٩٣١٥٠**	**١٠٦٤٠٠**	**٥٣٢٣٠**	**١٩٠٨٠**

نرى مما تبين أعلاه أن الاحتياجات المائية للأراضي المروية حالياً تقدر ١١٤ مليون متر مكعب بالسنة والاحتياجات المائية المستقبلية لو روينا الأراضي الصالحة للري ٥٥٣ مليون متر مكعب سنوياً. هل هذه المياه متوفرة لسد احتياجتنا المائية الحالية والمستقبلية؟ هذا ما ستقدمه الورقة التالية «المياه المتوفرة في محافظة لبنان الشمالي».

مشاريع الري

إعداد : **المهندس سعيد بيطار**

رئيس مصلحة مشاريع الري في وزارة الطاقة والمياه

ألقاها : **المهندس مازن مكي**

- **دبلوم هندسة زراعية - الجامعة الأميركية في بيروت ١٩٩٦.**
- **ماجستير في الري والهيدرولوجيا - الجامعة الأميركية في بيروت ١٩٩٩.**
- **مهندس إستشاري في مشاريع الري الممولة من البنك الدولي - مشروع إعادة وتأهيل وتحديث قطاع الري في لبنان Irrigation Rehabilitation and Modernization Project (IRMP)**

العناوين

مقدمة

قبل البدء بالحديث عن الوضع الحالي لقطاع الري في منطقة الشمال ، لا بد من إعطاء لمحة إجمالية عن وضع الموارد المائية في لبنان.

يقدر الحجم السنوي الوسطي للمتساقطات في لبنان بحوالي ٨,٦ مليارات متر مكعب، يبلغ حجم المتساقطات القابلة للاستثمار بكلفة معتدلة حوالي ٢,٢ مليار متر مكعب سنوياً ٠ لا يتعدى الحجم المستثمر في الري حالياً مليار متر مكعب في السنة ٠

وقد سيطرت مؤخراً فترة من الشحائح حيث تدنت معدلات المتساقطات بشكل كبير في السنوات الماضية وبالتالي كمية المياه المتوفرة للإستثمار ٠

ومن ناحية أخرى فإن نظام تفّجر وتدفق الينابيع الأساسية والهامة في لبنان ، والذي يجري بشكل عام في الطبقات الجوفية الصخرية الكارستية المتشققة ، يبدأ بشكل غزير مع بداية فصل الربيع حيث الحاجة متدنية إلى إستعمال المياه لحاجات الري ، فتذهب كميات كبيرة من مياه الينابيع هدراً دون الإستفادة منها ، وما يلبث تصريف هذه الينابيع أن يتقلص تدريجياً منذ بداية فصل الصيف حيث تزداد الحاجة للمياه ويزداد الطلب عليها .

أ - واقع الري في لبنان قبل خطة النهوض والإنماء

إن ظروف الحرب قد أخرت المشاريع الإنمائية عامة ومنها مشاريع ومنشآت الري كما أدت الى غياب وانعدام الصيانة في الكثير من الأحيان للشبكات والأقنية المنفذة قبل إندلاع الحرب اللبنانية . وكانت النتيجة أنه قد لحق بالبنية التحتية لقطاع الري في لبنان تصدعات وتعديات شتى بلغت حد الدمار الشامل أحياناً .

كل ذلك انعكس سلباً على توسع المساحات المروية وتأخر مشاريع التنمية الزراعية بسبب الحاجة إلى موارد كافية لتأمين الحاجات الزراعية .

وقد نتج عن هذا الواقع قيام المزارعين والمستثمرين بمبادرات فردية اتجهت نحو إستثمار المخزون الجوفي من المياه كحل بديل لعدم توفر المياه السطحية ومنشآت لنقلها وإيصالها الى المشاريع الزراعية .

تقدر المساحات المزروعة و الصالحة للزراعة في لبنان بحوالي /٣٦٠,٠٠٠/ هكتار كما تقدر مساحة الأراضي الصالحة للري بحوالي ١٨٠,٠٠٠ هكتار . أما مساحة الأراضي المروية فتبلغ ما يقارب /٨٧,٠٠٠/ هكتار وتروى تلك الاراضي بإستخدام تقنيات مختلفة . تقدر المساحة المروية من المياه الجوفية بـ ٢٩٪ من المساحة الكلية المروية اي حوالي /٢٥,٠٠٠/ هكتار .

وتشير دراسات وزارة الطاقة والمياه ان مساحة الأراضي المروية في محافظة الشمال تقدر /٢٠,٥٠٠/ هكتار تتوزع على كافة الأقضية وتتركز بنسب كبيرة في قضائي عكار (سهل عكار) والمنية ـ الضنية (سهل المنية وجرود الضنية).

ب ـ إنجازات مصلحة مشاريع الري في مرحلة التسعينات

بعد نهاية الحرب اللبنانية ، عملت مصلحة مشاريع الري في وزارة الطاقة والمياه (سابقاً وزارة الموارد المائية والكهربائية) على إعادة تأهيل شبكات أقنية الري وخطوط جر المياه بعد دمار وخراب معظمها وذلك للتخفيف من هدر المياه ورفع الإنتاجية ومستوى الإستثمار .

كما سعت المصلحة إلى حصر العديد من الينابيع لإستخدامها في تأمين مياه الري وذلك ضمن خطة رفع نسبة تخزين المياه السطحية والتخفيف من إستهلاك المخزون الجوفي . كما عملت المصلحة على إنشاء مآخذ على مجاري الأنهار وذلك لإستخدامها في مشاريع ري متنوعة .

❖ وأهم الأعمال المنجزة من قبل مصلحة مشاريع الري في تلك الفترة تتلخص بالتالي :
❖ إعادة تأهيل ٣١٠ كلم أقنية ري ، ٨٠ كلم منها في محافظة الشمال
❖ إستبدال ٨٠ كلم أقنية ري بقساطل UPVC وPE ، ٣٤ كلم منها في محافظة الشمال

ج ـ مشروع البنك الدولي لإعادة تأهيل وتحديث قطاع الري في لبنان

بالاضافة إلى مجموعة الإنجازات المذكورة آنفاً ، تقوم وزارة الطاقة والمياه بالتعاون مع مجلس الإنماء والإعمار بتأهيل عدد من مشاريع الري بتمويل من البنك الدولي للإنشاء والتعمير وذلك بموجب إتفاقية تم توقيعها عام ١٩٩٤ بين الحكومة اللبنانية والبنك الدولي .

تبلغ قيمة القرض ٧٠,٢ مليون دولار اميركي ، تلحظ الإتفاقية الموقعة مع البنك الدولي تأهيل وتحديث شبكات ومنشآت ري تروي ما يقارب ٢٨٠٠٠ هكتار موزعة في مختلف المناطق والمحافظات اللبنانية ، وقد تم إنجاز عدد كبير من هذه المشاريع ويجري العمل على تنفيذ المشاريع المتبقية منها بحيث ينتظر إتمامها بحلول منتصف سنة ٢٠٠٣.

فمشاريع البنك الدولي في محافظة الشمال تتلخص بالتالي :
❖ مشروع ري عكار البارد (١,٥٠٠ هكتار)
❖ مشروع ري الضنية (٥,٠٠٠ هكتار)
❖ المشاريع الصغيرة والمتوسطة (٨ مشاريع بمساحة إجمالية تقدر بحوالي ٦٠٠٠ هكتار) كما يشير الجدول التالي:

القضاء	إسم المشروع	المساحة المروية (هكتار)
عكار	فنيدق ـ مشمش	٩٩٠
	عكار العتيقة	٥٦٠
	البقيعة	١١٠٠
	مشتا حسن ـ مشتا حمود ـ شدرا	٨١٠
المنية	المنية	١٢٢٠
البترون	تنورين	٣٣٠
بشري	كفرحلدا	٨٠
	بشري	٨٤٠

د ـ الخطة العشرية لوزارة الطاقة والمياه لتطوير قطاع الري

تهدف الخطة العشرية لوزارة الطاقة والمياه إلى الحد من هدر المياه السطحية وزيادة نسب إستثمارها بالإضافة إلى محاولة تأمين إستمرارية في الموارد على مدار السنة فضلاً عن ما ينتج عن ذلك من زيادة في الموارد المائية القابلة للإستثمار .

وفي هذا الإطار ، وضعت الوزارة نصب أعينها (١) بناء البرك لحفظ وتجميع مياه الأمطار لإستخدامها في فترات الجفاف و (٢) مد شبكات ري حديثة من قساطل من قساطل PE وUPVC وذلك بهدف التقليل من هدر المياه و (٣) إعتماد التقنيات الحديثة في الري .

وتبلغ قيمة الأموال والمبالغ المخصصة لدراسات وتنفيذ أعمال الري في محافظة الشمال خلال فترة العشر سنوات المقبلة ١٨,٩٠٠,٠٠٠ دولار أميركي من اصل ٤٥,٤٦٥,٠٠٠ دولار أميركي لكل لبنان .

إن هناك العديد من مشاريع الري الملحوظة في خطة وزارة الطاقة والمياه لمحافظة الشمال ، وكلها تهدف سواء إلى إعادة تأهيل شبكات الري أو تحديثها أو مد شبكات جديدة ، ونذكر منها وعلى سبيل المثال لا الحصر:

- تأهيل شبكة الري لسهل سعدين ودارين من نهر الخريبة (رافد لنهر الأسطوان) ٧٠٠ هكتار
- بناء سد تخزين على نهر عرقا مع تأهيل شبكة الري الحالية لهذا السهل ١٨٠٠ هكتار
- مشروع ري منطقة الكواشرة من بحيرة الكواشرة ٦٠ هكتار
- إستكمال تأهيل مشروع ري سهل البارد من نهر البارد ٥٠٠ هكتار

أما على صعيد تجميع المياه ضمن بحيرات جبلية أو سدود ، فقد حظيت محافظة الشمال بعدد كبير من المشاريع التي تجري حالياً دراستها وسوف يصار إلى المباشرة بتنفيذها تباعاً في المستقبل القريب . من هذه المشاريع على سبيل المثال لا الحصر :

ـ سد نورا التحتا على النهر الكبير	٦٠ مليون م٣
ـ سد البارد على نهر البارد	٣٥ مليون م٣
ـ بحيرة القموعة	١ مليون م٣
ـ بحيرة عيدمون	٠,٣ مليون م٣
ـ بركة حصرون في بشري	٠,٤ مليون م٣
ـ تأهيل بحيرة الكواشرة	٠,٣٥٠ مليون م٣

هـ ـ خلاصة

إن ما تهدف إليه وزارة الطاقة والمياه في الخطة العشرية المستقبلية هو السعي إلى تأمين مصادر مائية إضافية كانت غير مستثمرة و تضيع هدراً وذلك عن طريق إقامة البرك الجبلية والسدود ، كما تهدف الخطة إلى التقليل من الهدر الحاصل في الشبكات المتصدعة وذلك عن طريق إعادة تأهيلها وتحديثها أحياناً ، كما تسعى الخطة إلى رفع نسب الإستثمار والإنتاجية للموارد المتاحة بالتركيز على إعتماد التقنيات الحديثة في الري .

المصادر والمراجع:

ـ تقرير الخطة العشرية لوزارة الطاقة والمياه، نيسان ٢٠٠٠.

ـ تقارير ودراسات مصلحة مشاريع الري، وزارة الطاقة والمياه.

ـ تقرير مشروع إعادة تأهيل وتحديث قطاع الري في لبنان الممول من البنك الدولي، وزارة الطاقة والمياه، تشرين الثاني ٢٠٠٠ .

موضوع الصرف الصحي: مشاكل وحلول

إعداد : المهندس يوسف كرم

❖ نال شهادة الهندسة من كلية الهندسة في جامعة القديس يوسف في سنة ١٩٨٤.

❖ التحق بجامعة مونبيلييه (Montpellier) في فرنسا حيث عمل كباحث في مختبر الهيدرولوجيا وكأستاذ محاضر حتى نال شهادة دكتوراه في علوم المياه في سنة ١٩٨٩.

❖ بين سنتي ١٩٨٩ و١٩٩٦ عمل في باريس في شركة استشارية متخصصة في أشغال المياه والصرف الصحيّ، وتدرّج حتى أصبح نائب رئيس الشركة في سنة ١٩٩٤.

❖ منذ ١٩٩٦ رئيس اختصاصيين في مجلس الإنماء والاعمار ومسؤول عن عدد من مشاريع مياه الشرب والصرف الصحي.

في مستهل الحديث عن موضوع الصرف الصحي في الشمال، لا بد من التذكير بالمشاريع التي أطلقها مجلس الإنماء والاعمار في قطاعات المياه والصرف الصحي وحماية البيئة وحماية مصادر المياه من التلوث.

ففي قطاع المياه، نفذ مجلس الإنماء والاعمار عدداً من المشاريع الهادفة الى تأهيل وتوسعة منشآت توزيع وتنقية مياه الشرب في كافة المناطق اللبنانية نذكر منها قسم مما نفذ في محافظة الشمال : مشاريع تأهيل محطات تنقية مياه الشرب في كوسبا، كفرحلدا وطرابلس (نبعي هاب وأبو حلقة) بتمويل من الحكومة الفرنسية، مشاريع تأهيل وتوسعة انظمة مياه الشرب في طرابلس، عكار والبترون بتمويل من البنك الاوروبي للتثمير، مشاريع مائية عديدة في عكار بتمويل من الصندوق السعودي للتنمية، البنك الاسلامي للتنمية وصندوق الاوبك (أكروم، كفرتون، بيت ملات، عكار العتيقة، عين يعقوب، حرار، البرغش، كف التينة، قبعيت) بالاضافة الى أشغال مائية متفرقة نذكر منها تأهيل عدد كبير من خزانات المياه الآبار موزعة في كافة الشمال وشراء معدات لمصالح المياه (قساطل، عدادات، مضخات)، وقد تعدت قيمة هذه المشاريع الـ ١٤٠ مليون دولار أميركي كما يقوم المجلس حالياً بالاعداد لتنفيذ عدة مشاريع مائية نذكر منها مشروع مياه المنية ومشروع سد بريصا.

أما في قطاع الصرف الصحي فان المجلس يقوم حالياً بتحضير وتنفيذ عدد من مشاريع تجميع وتكرير المياه المبتذلة وذلك ضمن خطة شاملة تستند على مخطط توجيهي تم إعداده خلال العام ١٩٨٢ وتم تحديثه خلال العام ١٩٩٤.

أما أسس ومبادئ هذه الخطة فهي ناتجة عن طبيعة البلاد وتضاريسها وعن ألتوزع السكاني وخاصة وجود التجمعات السكنية المهمة على الشاطئ أو على السفوح الغربية لسلسلة الجبال الغربية. وقد خلص المخطط التوجيهي إلى وجوب إنشاء حوالي الـ ١٢ محطة تكرير للمياه المبتذلة على الشاطئ، ٤ منها في محافظة الشمال، لتأمين تكرير المياه المبتذلة الناتجة عن المدن الرئيسية وعن التجمعات السكنية المحيطة بها، والتي يمكن جر مياهها إلى المحطات بالجاذبية. وبتنفيذ هذه المحطات، مع شبكات الصرف الصحي العائدة لها، تكون مشكلة الصرف الصحي قد حلت لأكثر من ٦٥ بالماية من سكان لبنان المتوقعين للعام ٢٠٢٠.

بالإضافة إلى المحطات الساحلية، تم تحديد عدة محطات تقع في التجمعات السكنية الواقعة داخل البلاد نذكر منها زحلة، بعلبك والنبطية وجوارها وعدد من المحطات اللازمة

لحماية بعض مصادر المياه من التلوث ومنها نهر الليطاني. ومع إنشاء هذه المحطات الإضافية يكون تكرير المياه المبتذلة مؤمنا لأكثر من ٨٠ بالمائة من السكان في العام ٢٠٢٠ وذلك بواسطة حوالي الـ ٢٠ محطة تكرير.

أما المناطق المتبقية والتي تضم حوالي ٢٠ بالماية من السكان فهي بحاجة إلى حوالي الـ ١٠٠ محطة لتكرير المياه المبتذلة الناتجة عنها وهي محطات صغيرة الحجم بمعظمها يعود عددها الكبير نسبياً إلى ألتوزع الجغرافي للقرى والبلدات الواقعة في الداخل والى طبيعة تضاريسها.

وعملاً بهذا المخطط التوجيهي، قام مجلس الإنماء والاعمار، في مرحلة أولى، بتأمين التمويل وبتنفيذ المحطات التي تساهم في حل القسم الأكبر من مشكلة الصرف الصحي في البلاد فأنهى تنفيذ محطتين في الغدير جنوبي بيروت وفي بعلبك وبتلزيم ست محطات أخرى في شكا، البترون، جبيل، ساحل الشوف، النبطية وصيدا وأطلق مناقصتي محطتين إضافيتين في طرابلس وفي زحلة، علماً ان المجلس يعمل حالياً على تأمين التمويل اللازم لتنفيذ المحطات الرئيسية الأخرى في الدورة شمال بيروت، كسروان، صور والعبدة (عكار) هذا بالإضافة إلى تمويل عدد من المحطات الأخرى الواقعة داخل البلاد واللازمة لحماية المصادر المائية من التلوث منها نهر الليطاني.

وبالعودة إلى موضوع الصرف الصحي في الشمال فلا بد من التذكير بالواقع المعروف من قبل الجميع، وهو أن تصريف المياه المبتذلة في المنطقة يتم بشكل عشوائي في الوديان ومجاري الأنهار وفي البحر مهدداً بذلك طبيعة المنطقة وبيئتها وشواطئها ومهدداً مصادر المياه والينابيع فيها.

أما الحلول التي اعتمدها مجلس الإنماء والاعمار لحل هذه المشكلة فهي على مثال ما تم ذكره آنفاً بالنسبة لكافة المناطق اللبنانية إذ انه بالإمكان جر قسم من المياه المبتذلة في الشمال الى محطات ساحلية تم تحديد مواقعها في العبدة، طرابلس، شكا والبترون. وبالنسبة للقسم المتبقي والذي لا يمكن جر مياهه المبتذلة لأسباب فنية أو اقتصادية إلى المحطات الساحلية فإن مجلس الإنماء والاعمار يدرس إمكانية إنشاء عدة محطات تكرير تؤمن كل منها تكرير المياه الناتجة عن مجموعة قرى وبلدات جرى أو يجري تحديدها حالياً بالتنسيق مع الوزارات والبلديات المعنية.

أما الخطوات التي قام مجلس الإنماء والاعمار بتحقيقها حتى تاريخه، والتي تساهم بحل مشكلة الصرف الصحي في الشمال فهي :

❖ تلزيم محطتي تكرير للمياه المبتذلة منطقتي شكا والبترون والمصبات البحرية العائدة

لها بتمويل مشترك لبناني فرنسي ومتابعة انجاز معاملات الاستملاك تمهيداً لاعطاء المتعهد أمر المباشرة بالعمل،

❖ اطلاق مناقصة محطة تكرير المياه المبتذلة في طرابلس بتمويل من البنك الاوروبي للتثمير علماً ان دراسة العروض جارية حالياً بعد أن تم تلزيم خدمات الاشراف على أشغال المحطة والمصب البحري ومن المتوقع أن يتم ارساء الالتزام خلال مهلة شهرين من تاريخه،

❖ إنهاء تحضير ملف تلزيم شبكات الصرف الصحي وتصريف مياه الامطار في طرابلس وانهاء عملية تأهيل المتعهدين تمهيداً لاطلاق المناقصة،

❖ اعداد دراسات التفصيلية وملفات التلزيم العائدة للشبكات الرئيسية الواجب تنفيذها لربط التجمعات السكنية إلى محطتي البترون وشكا واعداد دراسة تفصيلية كاملة لشبكات منطقة الكورة تمهيداً لتلزيم أشغال الشبكات المؤدية الى محطات التكرير.

مع الاشارة الى جهوزية ملف تلزيم محطة تكرير في منطقة الكورة وملفات عدة محطات في منطقة عكار قامت باعدادها وزارة الطاقة والمياه.

ومن الناحية التقنية، تجدر الإشارة إلى أن تقنيات التكرير المعتمدة في المحطات المشار اليها تتناسب مع المعايير العالمية المعترف بها في الاتفاقيات الهادفة إلى الحد من تلوث البحر المتوسط والتي تم توقيعها من قبل الدولة اللبنانية. ان هذه التقنيات تضمن الحد من التلوث الجرثومي بحيث يمكن تصريف المياه عبر مصب بحري دون تشكيل أي خطر على البيئة البحرية ودون ارتداد التلوث إلى الشاطئ نتيجة التيارات البحرية.

وقد زودت المحطات الملزمة وتلك التي يجري تلزيمها حالياً بكافة التجهيزات اللازمة لمعالجة الروائح الناتجة عن عملية التكرير بالإضافة إلى إقامة بعض هذه التجهيزات في مبانٍ مقفلة تجنباً لتسرب الروائح. كما زودت بعض المحطات بمحارق للوحول الناتجة عن عملية التكرير في حال لم يتم استعمالها في المجال الزراعي، وهذا أمر يقوم المجلس بدراسته حالياً ضمن مخطط توجيهي لمعالجة واستعمال الوحول الناتجة عن محطات تكرير المياه المبتذلة وذلك على مستوى كافة الأراضي اللبنانية.

ولضمان فعالية وصحة تشغيل منشآت المحطة، فقد أدرج مجلس الإنماء والاعمار عمليات الصيانة والتشغيل لمدة ثلاث او خمس سنوات في عقود المتعهدين الذي سيقومون بتنفيذ الأشغال، وذلك وفق دفتر شروط يحدد المهام وأعمال الصيانة اللازمة لتأمين تشغيل صحيح للمنشآت والمعدات. وخلال هذه الفترة يقوم المتعهد أيضاً بتدريب فريق عمل لبناني يمكنه أن يتولى لاحقاً عملية التشغيل والصيانة. وهذه تجربة خاضها مجلس الإنماء والاعمار سابقاً في

محطات تنقية مياه شرب منها محطة تنقية مياه هاب في طرابلس إذ تبين أن فرق العمل اللبنانية قادرة على القيام بأعمال الصيانة والتشغيل على أكمل وجه في حال تأمنت لها الإمكانيات المادية والبشرية اللازمة لهذه الغاية.

أما بالنسبة للخيارات الأخرى لصيانة وتشغيل المحطات في الفترة التي تلي هذه السنوات الثلاث أو الخمس المذكورة، فهناك عدة اتجاهات يمكن اعتمادها ومنها إجراء مناقصات أخرى لتلزيم هذه العمليات لشركات خاصة أو تسليم المحطات الى مصلحة المياه الموحدة التي تم إنشاؤها ضمن إعادة تنظيم قطاع المياه في لبنان مع الاشارة الى أن مجلس الإنماء والاعمار سوف يطلق قريباً مشروعاً رائداً في هذا المجال وهو مشروع مؤازرة ادارية وفنية لمصلحة مياه طرابلس هدفه مساعدة المصلحة في مهماها الادارية والفنية بغية تأمين تشغيل وصيانة المنشآت المائية وضمان وصول المياه الى المشتركين وتأمين الجباية كما يمكن لاحقاً ان يتم توسيع نطاق هذه المؤازرة الفنية لتغطي قطاع الصرف الصحي.

كما تجدر الإشارة أخيراً إلى انه في سياق دراسة المحطات الواقعة في داخل محافظة الشمال وفي لبنان عموماً، يقوم مجلس الإنماء والاعمار بتحديد حجم المحطات وتقنيات التكرير الواجب اعتمادها لكي تتماشى مع الإمكانات المادية والبشرية المتوفرة مع الإصرار على أن تكون عمليات صيانة وتشغيل هذه المنشآت عمليات سهلة وقليلة الكلفة.

ان الخطوات المتخذة حتى اليوم، وتلك التي يتم التحضير لها حاليا، سوف تساهم مساهمة فعالة في تحسين وضع الصرف الصحي وحماية البيئة ومصادر المياه في الشمال. وان مجلس الإنماء والاعمار لن يوفر جهداً لتحقيق نجاح هذه المشاريع وإن تعاونكم وتعاون كافة فعاليات المنطقة هو من الدوافع الأساسية للتمكن من المضي قدماً في هذا المجال. فالاهتمام بالبيئة يقع على عاتق هيئات المجتمع المدني مثلما على عاتق الإدارات والمؤسسات الرسمية المعنية. وهذه الأخيرة تتعاطى مع المسألة البيئية في لبنان بصدقية ومسؤولية إن على صعيد المعالجة أو على مستوى المخططات الموضوعة أو على صعيد حسن التنفيذ والمتابعة.

مشاريع الصرف الصحي:
دراسة حالات محددة

إعداد : المهندس حسن جعفر

❖ مهندس مياه جوفية وجيولوجيا منذ ١٩٧٤.

❖ رئيس مصلحة تصحيح المحيط منذ ١٩٩٥ (المصلحة المسؤولة عن مواضيع الصرف الصحي وحماية مصادر المياه في لبنان)

بعد ان اصبحت وزارة الطاقة والمياه منذ العام ١٩٩٥ مسؤولة عن المياه المبتذلة او الصرف الصحي تصريفاً ومعالجة كان لا بد من وضع استراتيجية ومعايير لهذا الأمر لعدم وجود تصور لمعالجة الموضوع قبل ذلك. فوضعت الاستراتيجية لإقامة منشآت الصرف الصحي من شبكات ومحطات انطلاقاً من عدة عوامل أهمها:

- **جغرافية لبنان ومساحته**
- **جيولوجية وهيدروجيولوجية وهيدرولوجية**
- **التوزيع السكاني**
- **السياحة والاصطياف**

كما أدخلت في الحساب العوامل الاقتصادية في تخطيط محطات المعالجة للمياه المبتذلة وتوزيعها على الأراضي اللبنانية. اهم هذه العوامل هي:

- **السياحة والاصطياف**
- **صيانة وتشغيل المحطات**
- **معالجة الوحل والسماة**
- **انتاج الغاز**
- **اعادة استعمال المياه بعد معالجتها**

لبنان مساحته صغيرة جبلية عالية تطغى على أرضه الصخور الكلسية الكارستية الكثيرة التشقق وتخترقه العديد من الفوالق الجيولوجية المتفرعة من فالق اليمونة ومن فالق سرغايا، التي تسهل تسرب مياه الأمطار والثلوج الى باطن الأرض بكل ما تحمل، وتنقلها من أعالي القمم الى الشاطئ او الى وادي البقاع من الوزاني حتى العاصي وبينهما. وجود آلاف الينابيع بين صغيرة وكبيرة، والتوزيع السكاني الناتج عنه جعل من لبنان مدينة مترامية الأطراف شوارعها الطرقات الرئيسية من الناقورة حتى طرابلس ومن الداخل حتى الشاطئ.

وبالإضافة الى هذه الخصائص تم الأخذ بواقع لبنان السياحي والاصطيافي وكون السياحة تشكل أهم المصادر الاقتصادية في الدخل القومي.

انطلاقاً من العوامل الطبيعية اللبنانية تم وضع معايير لمنشآت شبكات الصرف الصحي ومحطات المعالجة بعد فصل أقنية تصريف مياه الأمطار عن تمديدات الصرف. وأهم هذه المعايير:

- اعتماد المحطات الكبيرة لمعالجة المياه المبتذلة وعدم الأخذ بالتقسيمات الإدارية البلدية أو القضائية وحتى تخطي حدود المحافظات اذا تطلب الأمر واذا أمكن ذلك طوبوغرافياً. فمحطة الغدير غربي مطار بيروت الدولي حدود الحوض الصباب Bassin versant لها يبدأ من بلدة عاليه شرقاً والدامور جنوباً وبرج ابو حيدر - الروشة شمالاً، اما محطة برج حمود فيبدأ حوضها الصباب من حمانا - قرنايل شرقاً وضبيه شمالاً وباقي مدينة بيروت جنوباً.

لقد اعتمدت هذه التقسيمات الجغرافية بهدف المحافظة على مصادر المياه التي تزود مدينة بيروت والضواحي بمياه الشرب من ينابيع عين الدلبة في منطقة حمانا - الشبانية والعشرات من الآبار المنتشرة من سهل الدامور حتى ضبيه مروراً بآبار الداشونية في وادي نهر بيروت.

كذلك لتأمين مصادر مياه نقية لمدينة طرابلس والجوار. فلا بد من حماية أحواض المياه الجوفية الممتدة من الكورة حتى المنية وحتى حدود المرتفعات بين زغرتا وإهدن اعتمدت محطة واحدة لمعالجة المياه المبتذلة تجمع مياه الصرف الصحي من منطقة الكورة وزغرتا والمنية وكل التجمعات السكانية التي لها تأثير على مصادر المياه ويمكن جرها لمحطة طرابلس بالجاذبية. وقامت الوزارة برفض إقامة العديد من المحطات الصغيرة لمعالجة المياه المبتذلة لأن تعطل هذه المحطات في لحظة قصيرة سيؤدي الى كوارث في المياه الجوفية والينابيع ومياه المجاري وخاصة نهر ابو علي الذي يشكل مصدر تغذية للمياه الجوفية في طرابلس والجوار.

مدينة طرابلس تتغذى من نبعي هاب وأبو حلقة والعديد من الآبار. ان التغذية لهذه المصادر تبدأ من أعالي القمم المطلة على طرابلس ومن التغذية من المجاري المائية التي ترفد الى نهر أبو علي وحماية هذه المصادر يكمن في اقامة محطة واحدة لمياه الصرف الصحي على شاطىء البحر.

اما منطقة صير الضنية ومنطقة عكار فقد تم تقسيمها على أساس الأحواض المائية الى سبعة محطات لمعالجة المياه المبتذلة ويتم استكمال دراسة المناطق المتبقية في أكروم ووادي خالد وبعض التجمعات السكانية المعزولة أو الصغيرة.

لقد وضعت معايير معالجة اعتمدت المرحلة الثانية من المعالجة لمياه الصرف الصحي بحيث تصبح المياه نوعاً ما نقية بين ٨٥ و٩٠٪.

كذلك سيكون في كل المحطات الكبيرة وحدات لمعالجة الرائحة والوحل زالسمأقس الذي ينتج عن عملية المعالجة وتحويل الوحل الى أسمدة عضوية للمزروعات، مع الإشارة الى ان هذا النوع من الأسمدة يعتبر أفضل أنواع الأسمدة للصحة وللتربة الزراعية. بالإضافة الى إنتاج الأسمدة سيتم إنتاج غاز الميتان «الغاز المنزلي» وهذا أيضاً مربح اقتصادياً، ويمكن استعمال الغاز في انتاج الكهرباء لتشغيل المحطات.

بالإضافة الى إنتاج الأسمدة والغاز من المحطات الكبيرة ستصبح تكاليف التشغيل والصيانة للمتر المكعب من المياه المبتذلة أقل بكثير من طريقة اعتماد المحطات الصغيرة وبالتالي فان الكلفة التي سيدفعها المواطن أقل بكثير.

كما ان احتمالات توقف المحطات الكبيرة سيصبح في الحدود الدنيا بسبب الاحتياطات التي ستعتمد. وفي حال محطة طرابلس يمكن ان تؤخذ المياه بعد تكريرها لتبريد محطة كهرباء البداوي وتوفير كلفة تحلية مياه البحر للتبريد.

كما ان تصريف المياه بعد معالجتها سيتم بواسطة مصبات بحرية بعيدة عن الشاطئ وهذه المصبات البحرية تحد من عواقب التلوث في حال تعطل محطات المعالجة لسبب ما، مهما كان ذلك قليل الاحتمال.

في المناطق الداخلية وفي المناطق التي يمكن استعمال المياه في الري بعد تكريرها، تم اعتماد المرحلة الثانية للمعالجة بالإضافة الى المعالجة حتى المرحلة الثالثة باستعمال الأشعة ما فوق البنفسجية لقتل البكتيريا مئة بالمئة.

كما تم اعادة التشدد في منع تصريف المياه الصناعية الناتجة عن المصانع او معامل المواد الغذائية ومعاصر الزيوت والمشروبات وغيرها... قبل معالجتها حسب مواصفات معينة لمركباتها الكيمائية والمعدنية والقلوية.

كذلك يمنع تصريف مياه المستشفيات الى شبكات الصرف الصحي قبل معالجتها.

هذا أهم ما يمكن ذكره في هذا المضمار مع الإشارة الى ان قبل هذه المعايير والاستراتيجية كانت الخطة في إقامة محطات للمعالجة الأولوية او لطريقة «Lagune» التي تحتاج لمساحات كبيرة قد تصل الى ٦٠,٠٠٠,٠٠٠ م٢ وتكون نسبة التفاوت ٤٠٪ في أحسن الحالات ما عدا مشاكل الرائحة والبرغش والوحل الذي ينتج عن هذا النوع من المحطات. كما ان منظر هذه المحطات سيشكل كارثة سياحية.

ان هذه المعايير معتمدة ومتوافق عليها مع مجلس الإنماء والإعمار ووزارة البيئة وملزمة للبلديات.

الندوة الثانية

عنوان الجلسة:

المياه في محافظة جبل لبنان

- **كلمة مدير الندوة**
  المهندس بسام جابر
- **المصادر السطحية للمياه**
  المهندس اندريه عطالله
- **المصادر الجوفية للمياه**
  المهندس جهاد غنّام
- **مشاريع مياه الشفة**
  الدكتور يوسف كرم
- **مشاريع الري**
  المهندس مازن مكي
- **موضوع الصرف الصحي - مشاكل وحلول**
  المهندس اسماعيل مكي
- **مشاريع الصرف الصحي - دراسة حالات محددة**
  المهندس حسن جعفر

كلمة مدير الندوة

المهندس بسام جابر
استشاري - مدير عام سابق
في وزارة الطاقة والمياه

أصحاب المعالي
والسعادة
والسيادة

ايها الحفل الكريم،

يسرني افتتاح هذه الجلسة مع نخبة من أهل بلدي التي دعيتم اليها للحديث عن المياه وهي روح الحياة ومع ذلك فهي ارخص موجود وأعز مفقود.

ويسرني ويسعدني انني افتتحها باسم جمعية أصدقاء ابراهيم عبدالعال وهو في ميدان المياه منارة نستضيء ويستضيء بها كل من يعمل بهذا المجال في وطننا اللبناني بما اجراه وقام به وباشر بوضع أسسه.

فهو الذي آمن بوطنه وآمن بان هذا الوطن لا يبنى الا على العلم والمعرفة فعكف عليالبحث والدرس واسترجاع المعطيات في زمن لم يكن الحاسوب فيها موجوداً ولا الإلكترون بل لم يكن بين يديه سوى قلمه وورقته وحتى لا أكون كاذباً كان لديه المسطرة الحاسبة règle à calcul واللوائح اللوغاريتمية فقدم المحاضرات، وكتب الكتب، وأتم الدراسات.

نورد على سبيل الذكر لا الحصر الدراسة الهيدرولوجية لحوض الليطاني وأخرى لحوض نهر ابراهيم.

وكذلك أسس المنهج العلمي في التخطيط للمشاريع بأن وضع منذ اوائل الخمسينات المخطط التوجيهي لمياه الشرب الذي لا زلنا نتبعه حتى الآن كما أسس لغيره من استعمالات المياه.

ولن نتطرق الى التخطيط لجمع أكبر كمية من المياه السطحية أو لدراسة أهم نهر في لبنان الا وهو الليطاني. ألم يقل آنذاك: «اذا قيل في السابق ان مصر هي هبة النيل فسيقال ان لبنان هو هبة الليطاني».

بالنهاية لن اطيل الحديث واترك الكلام لنخبة من الاختصاصيين أتوا لشرح اوضاع

المياه في جبل لبنان وكيفية معالجتها وما خطط لها من المشاريع لتأمين حاجات الناس في شتى الميادين في خطط استوحت أفكار من ابراهيم عبدالعال وحاولت السير على نهجه.

وما هذه المحاضرات وغيرها من النشاطات التي دأبت جمعية أصدقاء ابراهيم عبدالعال على القيام بها الا شمعة تضيء الطريق الطويل والشاق الذي علينا السير به بعد أستاذنا الكبير الذي كان نبراساً في هذا المجال «وخير لك ان تضيء شمعة بدلاً من ان تلعن الظلام».

والسلام عليكم

المصادر السطحية للمياه

إعداد: المهندس اندريه عطالله

- مهندس من المدرسة المركزية في باريس Ecole Centrale de Paris.
- رئيس مصلحة الأبحاث والمنشآت الفنية في وزارة الطاقة والمياه - المديرية العامة للموارد المائية والكهربائية مسؤول عن دراسات السدود والبحيرات.
- أستاذ محاضر منذ العام ١٩٨٣ - ١٩٨٤ في كلية الهندسة الفرع الثاني في الجامعة اللبنانية (للمنشآت المدنية).
- أستاذ محاضر منذ العام ١٩٨٦ - ١٩٨٧ في المعهد العالي للهندسة ESIB في جامعة القديس يوسف (السدود) مشرف على مشاريع دبلوم التخرج في كل من الكليتين.

المقدمة :

منذ تأسيس دولة لبنان الكبير عام ١٩٢٠ بحدوده الحالية حظيت محافظة جبل لبنان بموقع استراتيجي مهم بسبب تلاصقها الجغرافي مع العاصمة بيروت وباعتبارها صلة الوصل بين سائر المحافظات مما جعلها مركز إستقطاب سكني وعمراني هام وهذا ما أدى إلى تطور البنية التحتية نظراً لما لهذه المنطقة من أهمية على الصعد الصناعية والسياحية وغيرها . كما أن طوبوغرافية هذه المنطقة وتكوينها الجيولوجي جعلا رقعة الأراضي الزراعية محدودة نسبياً إذا ما قورنت بالمساحات الزراعية في بقية المحافظات ويعود السبب في ذلك إلى التطور السكاني والإمتداد العمراني المتزايدين .

❖ حاجات المياه في محافظة جبل لبنان :

إستناداً إلى ما تقدم يظهر جلياً أن حاجات محافظة جبل لبنان هي في تزايد مطرد وخصوصاً لمياه الشفة وللمياه المستعملة في الصناعة وهذا ما يحتم إيجاد خطة مائية متكاملة تواكب التطور المتسارع على الصعيدين العمراني والسكاني في هذه المحافظة .

❖ المصادر السطحية للمياه في محافظة جبل لبنان :

لقد دأبت الجهات المختصة من رسمية ومحلية على استثمار المياه الجوفية بصورة فاقت الحدود المقبولة بشكل يهدد المخزون الجوفي من المياه . ومن هنا كان لا بد من التفكير بإيجاد حلول جذرية بغية تأمين المياه لشريحة كبيرة من المواطنين ومن هذه الحلول تخزين المياه السطحية الناتجة عن المتساقطات من الأمطار والثلوج خلف سدود وضمن بحيرات جبلية بالرغم من صعوبة تنفيذها بسبب النتوءات والتضاريس الطوبوغرافية ونوعية الطبقات الجيوليجية السطحية لهذه المنطقة .

وفيما يلي لوائح بالمشاريع المائية في محافظة جبل لبنان التي قامت المديرية العامة للموارد المائية والكهربائية بإستكشافها ودراستها بصورة أولية وستقوم هذه

المديرية العامة في إطار الخطة العشرية بدراسة وتنفيذ عدد من السدود والبحيرات في هذه المحافظة بالرغم من كل الصعوبات ، وهي جادة في إيجاد الحلول الأكيدة بالكلفة المقبولة وبالوسائل العلمية المتطورة .

وتجدر الإشارة إلى أن الأثر البيئي أصبح عاملاً مهماً في دراسة كافة المشاريع الإنمائية ، لذلك وفي حال تبين أن أياً من المشاريع المقترحة سيؤدي إلى إلحاق الضرر بالبيئة فإن الإدارة سوف تتريث وتتخذ الإجراءات اللا زمة للحؤول دون ذلك .

سدود وبحيرات جبلية

العوامل المكونة

١) **العامل الهيدرولوجي** : كثافة الثلوج والأمطار خلال فترة محدودة من السنة .

٢) **العامل الطوبوغرافي** : أودية تتسع للتخزين (مواقع ضيقة عموماً) .

٣) **العامل الجيولوجي** : ثبات المنحدرات ورشوحة موقع التخزين

❖ **الجيولوجية العامة** : طبقات كلسية مشهورة برشوحتها مع طبقات مارلية من الألبيان والأبثيان بالإضافة إلى طبقات رملية (GRES) وبازلتية بركانية.

٤) **العامل الهندسي** : دراسة المنشآت.

٥) **العامل الإقتصادي** : كلفة تنفيذ المشروع وكلفة الإستثمار (المردود الإقتصادي).

٦) **العامل البيئي** : أدخل حديثاً.

لائحة السدود في جبل لبنان جدول رقم ١

القضاء	#	اسم المشروع	النهر أو الوادي	إرتفاع السد	منسوب المأخذ	سعة التخزين مليون م٣	جيولوجية السد	لمحة عن المشروع	ملاحظات
جبيل	١	سد الجنة	نهر ابراهيم	٧٥	٧٤٠	٣٠	Dolomies Jurrassiques (Etancheite)??	لتموين المناطق الساحلية من قضائي جبيل وكسروان والمنطقة الشمالية الساحلية في بيروت الكبرى بمياه الشفة والري وإنتاج الطاقة الكهرومائية.	مشروع فيه صعوبات هندسية. الدراسة قيد التلزيم.
جبيل	٢	سد يحشوش	نهر ابراهيم	٦٥	١٧٠	٣	Calcaire Recifal Falaise de Blanche (Etancheite)??	سعة التخزين قليلة والجيولوجية صعبة	–

لائحة السدود في جبل لبنان جدول رقم ٢

القضاء	#	اسم المشروع	النهر أو الوادي	إرتفاع السد	منسوب المأخذ	سعة التخزين مليون م٣	جيولوجية السد	لمحة عن المشروع	ملاحظات
كسروان	٣	سد وادي أبو مشلح	نهر الكلب	٦٠	١٩٥٠	١٠	Calcaire Cenomanien	مشروع مستقبلي يعلو موقع سد شبروح بالضخ ويقتضي التغليف الشامل	–
كسروان	٤	سد وبحيرة شبروح	شبروح	٤٥	١٥٥٥	٨	Basalte et Tuf Volcanique	لتخزين ما يقارب ٨ ملايين متر مكعب لتموين قرى كسروان العالي والأوسط والمتن الشمالي الأعلى بكمية يومية تقارب ٦٠ الف متر مكعب خلال فصل الشحائح	التنفيذ مرتقب خلال صيف ٢٠٠٢
كسروان	٥	سد ميروبا	نهر الكلب	٦٥	١١٦٠	٢٠	Calcaire Jurassique Karstifie	–	–

لائحة السدود في جبل لبنان جدول رقم ٣

القضاء	#	اسم المشروع	النهر أو الوادي	إرتفاع السد	منسوب المأخذ	سعة التخزين مليون م٣	جيولوجية السد	لمحة عن المشروع	ملاحظات
المتن	٦	سد بقعاتا	نهر بقعاتا	٧٠	٩٥٠	٧	Basalte Etanche sur Dolomie Jurrassique	إنشاء سد وبحيرة بقعاتا، على بعد ٢ كلم جنوبي بلدة كفرذبيان ويقع على الحدود الفاصلة بين قضائي المتن وكسروان، لتأمين مياه الشفة للعديد من بلدات قضاء المتن	لزم المشروع مؤقتاً للإستشاري جيكوم بمؤازرة إستشاري عالمي
بيروت	٧	سد المكلس	نهر بيروت	٦٢	٦٠	١٥	Gres de Base	درس المشروع أواسط الستينات وأصبح موقعه مأهولاً	صرف النظر عنه

لائحة السدود في جبل لبنان جدول رقم ٤

القضاء	#	اسم المشروع	النهر أو الوادي	إرتفاع السد	منسوب المأخذ	سعة التخزين مليون م٣	جيولوجية السد	لمحة عن المشروع	ملاحظات
عاليه	٨	سد العزونية	نهر الصفا	٥٥	١١٠٠	٨	Gres de Base	يشمل درس ومن ثم تنفيذ إنشاء سد وبحيرة العزونية في أسفل بلدة العزونية على مجرى نهر الصفا لتأمين مياه الشفة في أقضية الشوف وعاليه وفي نطاق مصلحة مياه الباروك بواسطة الجاذبية أو الضخ	مشروع فيه صعوبات هندسية سيجري تلزيم الدراسة خلال شهر أيار
الشوف	٩	سد السمقانية	نهر الدامور	٧٠	٨٢٠	٣٠	Marne Al-brenne + Tuf + Calcaire Intermediaire	دراسة إبتدأت في السبعينات وكان من المقرر أن يقوم بتموين مدينة بيروت بمياه الشفة	ألإمتداد العمراني جعل المشروع غير قابل للتنفيذ

لائحة السدود في جبل لبنان جدول رقم ٥

القضاء	#	اسم المشروع	النهر أو الوادي	إرتفاع السد	منسوب المأخذ	سعة التخزين مليون م^3	جيولوجية السد	لمحة عن المشروع	ملاحظات
الشوف	١٠	سد ما بين النهرين	نهر الدامور	٧٥	١٠٠	٦٠	Calcaire Jurassique et Gres (Etancheite)??	لتموين مدينة بيروت بمياه الشفة	هو في عهدة مجلس الإنماء والإعمار
الشوف	١١	سد بسري	نهر الباروك	٨٠	٤٣٠	١٢٠	Gres de Base	لتموين مدينة بيروت بمياه الشفة	الدراسة النهائية قيد الإنجاز من قبل الليطاني ومجلس الإنماء والإعمار

لائحة السدود في جبل لبنان جدول رقم ٦

القضاء	#	اسم المشروع	إرتفاع السد	سعة التخزين مليون م^3	جيولوجية السد	لمحة عن المشروع	ملاحظات
جبيل	ب١	بحيرة اللقلوق	٢٥	٠,٨	-	تموين المنطقة العليا في قضاء جبيل بمياه الشفة والري	سيجرى تلزيم الدراسة خلال شهر أيار
المتن	ب ٢	بحيرة الحبش	٣٠	٠,٥	-	تموين المنطقة العليا في قضاء المتن بمياه الشفة والري	المشروع بعهدة الإعمار
بعبدا	ب ٣	بحيرة القيسماني	٢٥	٠,٥٥	-	تموين قرى قضاء بعبدا بمياه الشفة	المشروع لزم والتنفيذ سيبدأ هذا الصيف
الشوف	ب ٤	بحيرة معاصر الشوف	٢٥	١ـ٢	-	تموين القرى والأراضي الزراعية المحيطة بمياه الشفة والري	سيجرى تلزيم الدراسة مطلع هذا الصيف

ملاحظة : هناك العديد من المواقع للبحيرات الجبلية ممكن تحديدها مستقبلاً وفقاً للحاجة بمعزل عن العامل الجيولوجي (تغليف موقع البحيرة)

مشاريع مياه الشفة

إعداد : الدكتور يوسف كرم

- نال شهادة الهندسة من كلية الهندسة في جامعة القديس يوسف في سنة ١٩٨٤.
- التحق بجامعة مونبيليه (Montpellier) في فرنسا حيث عمل كباحث في مختبر الهيدرولوجيا وكأستاذ محاضر حتى نال شهادة دكتوراه في علوم المياه في سنة ١٩٨٩.
- بين سنتي ١٩٨٩ و١٩٩٦ عمل في باريس في شركة استشارية متخصصة في أشغال المياه والصرف الصحيّ، وتدرّج حتى أصبح نائب رئيس الشركة في سنة ١٩٩٤.
- منذ ١٩٩٦ رئيس اختصاصيين في مجلس الإنماء والاعمار ومسؤول عن عدد من مشاريع مياه الشرب والصرف الصحي.

وفقاً لاحصاءات تعود لسنة ١٩٧٥، كانت المياه متوفرة لاكثر من ٩٠ من سكان لبنان بكمية وبنوعية تتماشى مع المعايير العالمية المعتمدة في هذا المجال. خلال الفترة الممتدة بين الاعوام ١٩٧٥ و ١٩٩٠ تراجع مستوى الخدمات في قطاع المياه نتيجة التطور السكاني والتغيرالجذري في توزيعه الجغرافي ونتيجة غياب الاجراءات الادارية والتنفيذية اللازمة لزيادة مصادر المياه ولحمايتها ولتوسعة الشبكات والمنشآت. فتدنت كمية المياه المتوفرة للمواطنين وساءت حال المنشآت المائية وشبكات الجر والتوزيع وبات الترويج والهدر فيها يتخطى الـ ٦٠ بالماية في بعض المناطق. بالاضافة الى ذلك اصبحت معظم مصادر المياه مهددة بالتلوث نتيجة التصريف العشوائي للمياه المبتذلة في الابار ومجاري المياه والوديان. كما أن حفر المئات من الآبار الغير مرخصة زاد المشكلة تعقيداً واستنفذ الثروة المائية الجوفية وادى الى تلوثها في بعض الاماكن الساحلية بمياه البحر نتيجة الضخ الكثيف في الحوض الجوفي.

وقد اعتبر مجلس الإنماء والاعمار معالجة هذا الوضع من الاولويات وعمل، بالتعاون مع وزارة الطاقة والمياه، على تحقيق الاهداف التالية :

- زيادة مصادر المياه وتأمين مياه ذات نوعية تتلاءم مع متطلبات الصحة العامة،
- تأهيل وتوسعة المنشآت المائية وشبكات الجر والتوزيع،
- حماية مصادر المياه من التلوث عبر انشاء شبكات تصريف للمياه المبتذلة ومحطات تكرير،
- تأمين صيانة وتشغيل ملائمين للمنشآت المائية ولشبكات التوزيع بهدف الحد من الترويج،
- تنظيم ادارة قطاع المياه واعطائه الامكانيات المالية والفنية اللازمة لكي يواكب متطلبات الخدمة العامة في هذا المجال،

أما خطة العمل التي اعتمدها المجلس فقضت، خلال السنوات الاولى من التسعينات، بتنفيذ الأشغال الطارئة التي تؤمن للمواطنين الحد الادنى من الخدمات في قطاع مياه الشرب، وبعدها، خلال السنوات التي تلتها، بتنفيذ مشاريع تهدف الى

ايجاد حلول جذرية لهذا الموضوع ما اقتضى : تحديد المشاريع الواجب تنفيذها، اعداد الدراسات وملفات التلزيم، تأمين الاعتمادات اللازمة لتنفيذ المشاريع وتلزيمها ومتابعة تنفيذه الاشغال حتى تسليمها الى الجهات المستثمرة أي مصالح المياه.

إن المصاعب التي اشرنا اليها في عرضنا أعلاه والخطوات المتبعة من قبل مجلس الإنماء والاعمار لمعالجة هذا الوضع تنطبق على كافة المناطق اللبنانية وعلى محافظة جبل لبنان موضوع اجتماعنا اليوم.

وفيما يلي عرض لمشاريع مياه الشرب الجاري أو المقرر تنفيذها من قبل مجلس الإنماء والاعمار في مختلف اقضية ومناطق جبل لبنان مع الاشارة الى انني لن اتطرق بشكل مفصل في هذا العرض الى موضوع مصادر المياه المستثمرة في هذه المشاريع كون الزملاء المشاركين في الندوة قد تناولوا هذا الموضوع في مداخلاتهم ان بالنسبة لمصادر المياه الجوفية أو لمصادر المياه السطحية :

❖ **مشروع إمداد قضاء جبيل بمياه الشفة** الممول من الحكومة الايطالية والذي يهدف الى تأمين كميات مياه كافية لسد حاجات القضاء المقدرة للعام ٢٠٢٠. يهدف المشروع الى استعمال مصادر المياه في نهر ابراهيم، افقا، الرويس وقطرا والى انشاء حوالي الـ ٦٠ خزاناً وتأهيل حوالي الـ ٤٥ خزان آخر وتمديد حوالي الـ ١٦٠ كلم من خطوط الجر والتوزيع هذا بالاضافة الى تجهيز محطتي ضخ والى تأهيل منشآت ينابيع أفقا وقطرا. تبلغ قيمة المشروع حوالي الـ ٢٠ مليون دولار أميركي.

بالاضافة الى المنشآت المشار اليها انتهى تنفيذ محطة تنقية مياه الشرب في جبيل المعدة لتنقية حوالي ١٥ ألف متر مكعب يومياً من مياه نهر إبراهيم قبل توزيعها على الخزانات والشبكات. بلغت كلفة هذه المحطة حوالي ٢,٥ مليون دولار أميركي ممولة من البروتوكولات المالية اللبنانية الفرنسية.

❖ **مشروع امداد ساحل كسروان بمياه الشفة** الممول من الصندوق الياباني للتعاون لما وراء البحار والذي يهدف إلى حصر مياه نبع المضيق (نهر إبراهيم) وإنشاء الشبكات والمنشآت اللازمة لجر حوالي ٨٥ ألف متر مكعب يومياً الى المنطقة الممتدة ساحلاً من العقيبة حتى نهر الكلب مروراً بالبوار، الصفرا، طبرجا، جونيه وذوق مصبح والممتدة شرقاً لتشمل مناطق أدما، كفرحباب، ساحل علما، حارة صخر، حريصا، غوسطا ذوق مصبح وعينطورة. يشمل المشروع الأشغال التالية :

- تمديد حوالي الـ ١٢٠ كلم من الشبكات الرئيسية،

- حفر نفق بطول ٤ كلم لجر مياه نبع المضيق من النبع حتى الساحل،
- إنشاء وتأهيل ٣٠ خزان و ١٨ محطة ضخ وتجهيزها بكافة المعدات الكهربائية والميكانيكية اللازمة لتأمين ضخ وتوزيع المياه،

تبلغ كلفة هذا المشروع حوالي الـ ٣٦ مليون دولار أميركي.

❖ **مشروع إمداد منطقة كسروان الوسطى بمياه الشفة** الذي ينفذ ضمن مشروع تأهيل وتوسعة محطات الضخ والتعقيم خارج بيروت الكبرى الممول من البروتوكولات المالية اللبنانية الفرنسية. يهدف المشروع الى تأمين المياه للمنطقة الممتدة من جعيتا حتى عجلتون مروراً بسهيلة وبلونة. ينفذ مجلس الإنماء والاعمار أشغال منشآت الضخ وتستكمل مصلحة مياه كسروان الأشغال بتنفيذ خطوط الجر. تبلغ قيمة الأشغال المنفذة من قبل مجلس الإنماء والاعمار حوالي ١,٢ مليون دولار أميركي.

❖ **مشروع هوة قطين عازار** الممول من الصندوق الكويتي للتنمية الاقتصادية والذي سوف يعزز مصادر المياه في منطقة المتن الاعلى بكميات مياه اضافية تتراوح بين ٨ و ١٢ ألف متر مكعب يومياً. يهدف المشروع الى تنفيذ طريق الوصول الى موقع الهوة، تمديد حوالي ١٠ كلم من خطوط الجر، حفر وتجهيز ثلاثة آبار وانشاء محطة لضخ المياه نحو خزان مركزي في عينطورة، من المقرر انشاؤه ضمن المشروع. ومن هذا الخزان يتم توزيع المياه بالجاذبية على عدة خزانات في ضهور الشوير، عينطورة وبقليع. تبلغ قيمته التقديرية لهذا المشروع حوالي ٤,٥ مليون دولار أميركي.

❖ **مشروع سد الحبش** الممول من الصندوق الكويتي للتنمية الاقتصادية والذي سوف يؤمن مصادر مياه اضافية الى حوالي ٢٧ بلدة وقرية من منطقة المتن الشمالي الاعلى (بسكنتا، الزعرور، المروج، ضهور الشوير، بولونيا، بتغرين، الخنشارة، الدوار، عينطورة، المتين،). يهدف المشروع الى انشاء سد على مجرى مياه شتوي لتخزين حوالي ٥٥٠ ألف متر مكعب والى توسعة محطة تنقية المياه في الزعرور لتستوعب الكميات الاضافية المخزنة في بحيرة السد بغية تنقيتها وتوزيعها. تبلغ كلفة المشروع حوالي الـ ٧,٥ مليون دولار أميركي.

❖ **مشروع فوار انطلياس** الممول من الحكومة الايطالية والهادف الى استثمار كميات مياه اضافية من الفوار تصل الى حوالي ٣٠ الف متر مكعب يومياً. يقضي المشروع بتنفيذ منشآت حصر لمجرى مياه جوفية في الفوار ومحطة تنقية للمياه ومحطتي ضخ وخطوط دفع لايصال المياه الى بصاليم وبعدها الى برمانا ثم توزيعها على المناطق المجاورة وصولاً الى المنصورية. تبلغ قيمة هذا المشروع حوالي ١٧ مليون دولار أميركي.

❖ **مشروع تأهيل وتوسعة انظمة مياه الشرب في المتن والباروك** الممول من البنك الدولي والذي يهدف الى تأهيل انظمة مياه الشرب في قسم كبير من المتن الشمالي والمتن الاعلى، الباروك والشوف. أما الأشغال فهي :
- تأهيل وانشاء حوالي ٣٢ خزان للمياه تصل احجامها الى ٤٠٠٠ متر مكعب،
- تمديد وتأهيل حوالي الـ ٢٢٠ كلم من خطوط الجر والتوزيع،
- انشاء ثلاث محطات ضخ وخمس محطات تعقيم.

تبلغ كلفة المشروع حوالي الـ ١٨ مليون دولار أميركي وقد تم لحظ اعتمادات اضافية ضمن اتفاقية قرض ابرمت مؤخراً مع الصندوق الكويتي للتنمية الاقتصادية لتنفيذ أشغال تكميلية لهذا المشروع.

❖ **المشاريع المنفذة ضمن نطاق مصلحة مياه عين الدلبة** والتي تبلغ قيمتها حوالي ٨٤ مليون دولار بتمويل من الصندوق الكويتي للتنمية الاقتصادية وتقضي بتنفيذ أشغال وتقديم خدمات وشراء معدات (قساطل، قطع، سيارات) وتأمين مؤازرة فنية من قبل خبراء متخصصين في مجال المياه. من الأشغال المنفذة والتي هي قيد التنفيذ نذكر :
- تأهيل خزان المياه في الجمهور،
- تأهيل محطة تنقية المياه في الديشونية البالغة قدرتها ٤٨ ألف متر مكعب يومياً،
- مشروع حصر وجلب مياه نبع الديشونية ومد خط مباشر من نبع الديشونية الى محطة التنقية لتجنيب اختلاط مياه الينابيع بمياه السيلان السطحية الملوثة. علماً انه من المقرر انشاء محطة لضخ قسمٍ من هذه المياه الى مناطق المنصورية - بيت مري.
- مشروع حفر آبار في منطقة الديشونية الذي يهدف الى تعزيز مصادر المياه بحوالي ١١ ألف متر مكعب يومياً تستغل في الفترة التي تتدنى فيها الكميات الاتية من النبع.

- تنفيذ خطوط جر وتوزيع وتأهيل محطات ضخ وخزانات في الضواحي الجنوبية والشمالية في المناطق الممتدة من الشويفات حتى الضبية مروراً بالحدث، الحازمية، الدكوانة، الجديدة، جل الديب، انطلياس والضبية الجديدة الى الضبية.

❖ **مشروع امداد جرود عاليه بمياه الشرب** الممول من الصندوق الكويتي للتنمية الاقتصادية والذي يؤمن المياه للمنطقة العليا من قضاء عاليه (الصفا، عين داره، بدغان، شارون، صوفر،) والذي يهدف الى حفر وتجهيز اربعة آبار وانشاء خزانات في المديرج والشمليخ بالاضافة الى محطات ضخ في العزونية وعين داره واربعة خزانات اضافية في قرى شانيه، ضهور شارون، شارون والقسم الاسفل من عين داره هذا بالاضافة الى تمديد حوالي ٤٢ كلم من شبكات الجر والتوزيع. من المنتظر أن يؤمن هذا المشروع كمية مياه اضافية تتراوح بين ٩ و ١٠ الآف متر مكعب في اليوم وتبلغ كلفته حوالي ٦ ملايين دولار أميركي.

❖ **مشروع اصلاح شبكات مياه الشفة في القرى المهجرة في أقضية الشوف، بعبدا وعاليه** الممول من الصندوق السعودي للتنمية الاقتصادية والذي ادى الى مسح القرى المعنية بالمشروع لمعرفة عدد المنازل وتحديد حاجاتها وكيفية ايصال المياه اليها ومن ثم وصلها الى خطوط المياه الرئيسية. تبلغ قيمة المشروع حوالي ٧ ملايين دولار أميركي وقد انجزت الأشغال في ٣٥ قرية موزعة كما يلي :
- **قضاء الشوف :** المطلة، الجليلة، مزرعة الضهر، مزمورا، بكيفا، المحتقرة، المغيرية، الجميلية، علمان، المشرف، مرج برجا، عين الاسد، الشميس، حارة بعاصير، الجية، المعنية.
- **قضاء بعبدا :** بعلشميه البلدة، عين موفق، بعلشميه الجديدة، العبادية، ضهور العبادية.
- **قضاء عاليه :** بحوارة، بمكين، عين السيدة، عين الرمانة، القماطية، بتاتر، عين عنوب، المعروفية، بشامون، شملان، عيناب، بيصور، مجدليا.

❖ **مشروعي جر مياه الاولي الى بيروت وانشاء سد بسري** اللذين يهدفان الى تلبية الطلب على المياه في منطقة بيروت الكبرى واللذين يؤديان الى تحويل ما معدله ٢٥٠ ألف متر مكعب يومياً من مياه الليطاني ومعالجتها وجرها الى خزانات رئيسية على مشارف بيروت. يقضي المشروع بانشاء خط جر رئيسي من الاولي

حتى بيروت وبانشاء سد بسري المقدرة سعته بحوالي الـ ١٣٠ مليون متر مكعب. تبلغ كلفة خط الجر حوالي ١٧٥ مليون دولار كلفة السد حوالي الـ ١٦٠ مليون دولار أميركي.

❖ **مشروع تأهيل وتوسعة محطات الضخ والتعقيم خارج منطقة بيروت الكبرى** المنفذ ضمن الخطة الطارئة للاعمار للسنتين الثانية والثالثة والممول من البروتوكولات المالية اللبنانية الفرنسية والذي ادى الى تأهيل حوالي ٦٥ بئر محطة ضخ ومحطة تعقيم ومحطات التعقيم في كافة مناطق جبل لبنان : جبيل، كسروان، المتن، بعبدا، الشوف وعاليه. وقد بلغت قيمة الأشغال المنفذة حوالي الـ ٦,٥ دولار أميركي.

مع الاشارة أيضاً الى انه تم تنفيذ أشغال مماثلة في أكثر من ١٣٥ موقع خزان ومحطة ضخ وتعقيم وبئر موزعة على كافة الاقضية بالاضافة الى أشغال تأهيل وتمديد شبكات مياه جديدة وذلك ضمن مشاريع الخطة الطارئة للسنة الاولى.

بالاضافة الى المشاريع المشار اليها آنفاً والتي ينفذها مجلس الإنماء والاعمار، تقوم وزارة الطاقة والمياه بتنفيذ مشاريع لبحيرات وسدود في محافظة جبل لبنان وذلك ضمن الخطة العشرية التي اعدتها والتي تهدف الى تأمين مصادر مياه اضافية. أما السدود والبحيرات الواقعة في محافظة جبل لبنان فهي التالية :

ان المشاريع التي نفذت واطلقت حتى اليوم وتلك التي يتم التحضير لها حاليا، سوف تساهم مساهمة فعالة في تحسين وضع مياه الشرب في محافظة جبل لبنان ان من ناحية كمية المياه الموزعة أو من ناحية نوعيتها. وان مجلس الإنماء والاعمار لن يوفر جهداً لتحقيق نجاح تنفيذ هذه المشاريع وللمساهمة مستقبلاً، بالتعاون مع وزارة الطاقة والمياه والجهة المستثمرة أي مصلحة المياه، في تنفيذ مشاريع أخرى تساهم بحل مشكلة مياه الشرب وتؤدي الى تحقيق الهدف المرجو الا وهو تأمين حاجة المواطن للمياه بكمية وبنوعية تتماشيان مع المعايير العالمية المعتمدة في هذا المجال.

القضاء	إسم المشروع	لمحة عن المشروع
كسروان	مشروع وسد وبحيرة شبروح	لتخزين ما يقارب ٨ ملايين متر مكعب لتموين قرى كسروان العالي والأوسط والمتن الشمالي الأعلى بكمية يومية تقارب ٦٠ ألف متر مكعب خلال فصل الشحائح.
بعبدا	مشروع سد وبحيرة القيسماني	لتخزين ما يقارب ٥٥٠ الف متر مكعب لتموين قرى قضاء بعبدا العليا بكمية يومية تقارب ٦ الآف متر مكعب خلال فصل الشحائح.
جبيل	مشروع سد وبحيرة الجنة نهر ابراهيم	يشمل درس ومن ثم تنفيذ انشاء سد وبحيرة الجنة على مجرى نهر ابراهيم - قضاء جبيل - لتخزين كمية مياه تصل حتى ٣٠ مليون (ثلاثون مليون) متر مكعب خلف السد وذلك : - لانتاج الطاقة الكهربائية بالقوة الممكنة - لتموين المناطق الساحلية من قضائي جبيل كسروان والمنطقة الشمالية الساحلية في بيروت الكبرى بمياه الشفة - لري اراضي جديدة في حال الجدوى.
المتن	مشروع سد وبحيرة بقعاتا	يشمل درس ومن ثم تنفيذ انشاء سد وبحيرة بقعاتا في واد تجري فيه مياه نهر بقعاتا على بعد ٢ كلم جنوبي بلدة كفرذبيان ويقع على الحدود الفاصلة بين قضائي المتن وكسروان، بسعة تصل لسبعة ملايين متر مكعب تسمح بتأمين مياه الشفة للعديد من بلدات قضاء المتن.
عاليه	مشروع سد وبحيرة العزونية	يشمل درس ومن ثم تنفيذ انشاء سد وبحيرة العزونية في اسفل بلدة العزونية على مجرى نهر الصفا قضاء عاليه بسعة تصل حتى ٨ ملايين (ثمانية ملايين) متر مكعب تسمح في المستقبل بتأمين مياه الشفة في اقضية الشوف وعاليه وفي نطاق مصلحة مياه الباروك بواسطة الجاذبية او الضخ.

المصادر الجوفية للمياه

إعداد: المهندس جهاد غنام

- حائز على بكالوريوس في الهندسة المدنية وماجستير في الجيولوجيا (جيولوجية هندسية وجيوتقنية) من الجامعة الأميركية في بيروت، ودكتوراه في الهندسة الجيولوجية (مياه جوفية) من مدرسة المناجم في ولاية ساوث داكوتا الأميركية.
- أستاذ محاضر في الجامعة الأميركية في بيروت، جامعة سيدة اللويزة والجامعة اللبنانية.
- رئيس دائرتي هندسة وإدارة الموارد المائية في الجامعة الأميركية.

أنه لمن الصعب دراسة وتحديد المياه الجوفية ضمن نطاق جغرافي معين . فان ظهور المياه يتكّل بشكل أساسي على المقومات الجيولوجية لباطن الأرض، وينطبق ذلك أيضاً على حركة المياه وأماكن تغذيتها ومصادر تلوثها .

لذلك فأن التقسيمات الأدراية لا تفرض نفسها على طبيعة المياه الجوفية بل أن وجود وتحرك هذه المياه تفرضه طبيعة الأرض وتركيبها الستراتيغرافي وترتيبتها التكتوني.

وعلى هذا الأساس فإن دراسة المياه الجوفية تحتم الألمام بعوامل ثلاث :

١ـ طبيعة المناخ بشكل عام (وخصوصاً المتساقطات).

٢ـ التكوين الجيولوجي.

٣ـ الخصائص الهيدروليكية للطبقات الجيولوجية.

وأن دراسة هذه العوامل مجتمعةً تشكّل العمود الفقري للدراسة الهيدوجيولوجية الشاملة.

طبيعة المناخ والمتساقطات في محافظة جبل لبنان

نتيجة لموقعها الجغرافي الممتدّ على السلسلة الغربية لجبال لبنان، تتمتع محافظة جبل لبنان بمناخ متوسطي معتدل يميل الى البرودة والرطوبة في فصل الشتاء والى الجفاف والحرارة في فصل الصيف. وأن الرياح الغربية المشبعة بالرطوبة تبقى عاملاً مساعداً في تلطيف المناخ.

وأن معدل الحرارة على السهول الساحلية الممتدة من نهر الأولي جنوباً وحتى جبيل والمدفون شمالاً هو ٢٠ درجة مئوية تقريباً مع فوارق موسمية تصل الى ١٥ درجة مئوية ، ويبدأ معدل الحرارة بالأنخفاض حتى يصل الى حدود ١٥ درجة على أرتفاع ١٠٠٠ متر عن سطح البحر والى أقل من ١٠ درجات على أرتفاع ٢٠٠٠ متر وما فوق عن سطح البحر (جبل صنين مثلاً) .

المتساقطات

تشكل الأمطار والثلوج النسبة الأكبر من المتساقطات ، أما الضباب والندى وغيرهما من الهواطل فيشكلان نسبة صغيرة جداً.

تتوّزع في محافظة جبل لبنان ٣٨ محطة لقياس الأمطار وتغطي معظم مناطق المحافظة . ويتراوح ارتفاع محطات القياس ما بين ٤٥ متراً (محطة سان جوزيف) و١٨٤٠ متراً (محطة فاريا -المزار) ، ويرتفع معدل الأمطار السنوي بالتوازي مع أرتفاع المنطقة عن سطح البحر ، وتزداد المعدلات السنوية للأمطار كلما أتجهنا شمالاً، وخصوصاً في المناطق الواقعة الى الشمال من بيروت. وتبين خريطة لبنان المطرية (Carte Pluviométrique du Liban) والموثقة من قبل UNDP سنة ١٩٧٠، أن المناطق الجبلية من محافظة جبل لبنان تتلقى سنوياً أكثر من ١٥٠٠ ملم من الأمطار كمعدل عام.

وتجدر الأشارة هنا الى أن توزيع محطات الرصد يتركز على المناطق التي لا يزيد علوها عن ١٥٠٠ متراً عن سطح البحر، وأن المحطات الموزعة على أرتفاعات عالية هي نادرة جداً.

هذا من جهة، ومن جهة أخرى فأن الثلوج تكّون الجزء الأكبر من المتساقطات في المناطق الجبلية التي يزيد علوها عن ١٥٠٠ متر عن سطح البحر. ولا نمتلك حتى اليوم المعلومات الكافية عن نوعية الثلوج و سماكتها و نسبة المياه فيها (Water equivalent) وبالتالي فأن حجم المتساقطات الفعلي فوق المناطق الجبلية هو غير معروف بشكل دقيق. ويبقى الحصول على هذه الأرقام ضرورياً من أجل وضع ميزان مائي (Water Balance) كامل ودقيق للبنان عامة ولمعظم المناطق اللبنانية بشكل خاص.

التكوين الجيولوجي في محافظة جبل لبنان

أن أقدم الطبقات الجيولوجية المتكشفة في محافظة جبل لبنان تعود ألى عصر الجوراسيك. وتغطي مساحة المحافظة الصخور الجوراسية (Jurassic) والكريتاسية (Cretaceous) أضافة الى الصخور الفتاتية الرملية والبحصية الرباعية والتي تشكل ترسبات حديثة نسبياً.

ويظهر التتابع الستريتيغرافي لهذه الصخور على الشكل التالي :

التشكلات الجيولوجية المتكشفة في محافظة جبل لبنان	
تشكّل كسروان	المكوّن من صخور كلسية سميكة وتتراوح سماكته ما بين ١٠٠٠ و١٥٠٠ متراً.
تشكّل بحنس	المكوّن من مواد بركانية بازلتية وصخور كلسية صفراء بنية ، وتبلغ سماكته ما بين ٥٠ و ١٥٠ متراً.
تشكّل بكفيا	المكّون من صخور كلسية سميكة وتتراوح سماكته ما بين ٦٠ و ٨٠ متراً.
تشكّل صليما	المكّون من صخور كلسية صفراء (oolitic) وصخور مارلية وتتراوح سماكته ما بين ٨٠ و ١٩٠ متراً.
تشكّل الشوف الرملي	المكّون من طبقات من الرمل والصخور الرملية مع تقاطع طبقات دلغانية وتتراوح سماكته ما بين ١٠ أمتار وأكثر من ٢٥٠ متراً.
تشكّل عبيه	المكّون من طبقات عديدة من المارل والصخور الرملية والكلسية وتتراوح سماكته ما بين ٨٠ الى ١٧٠ متراً.
تشكّل المديرج	المكّون من الصخور الكلسية الرمادية والميزة بطبيعتها (cliff) وتتراوح سماكته ما بين ٥٠ الى ٦٠ متراً.
تشكّل حمانا	المكوّن من صخور مارلية خضراء، بنية وتتراوح سماكته ما بين ١٠٠ الى ٤٠٠ متراً.
تشكّل صنين	المكّون من تتابع من الصخور المارلية والكلسية والكلسية المارلية وتتراوح سماكته ما بين ٥٠٠ الى ٦٠٠ متراً.
تشكّل المعاملتين	المكّون من صخور مارلية بيضاء وخضراء وصخور كلسية مارلية وتتراوح سماكته ما بين ٢٠٠ الى ٣٠٠ متراً.
تشكّل شكا	المكّون من صخور طبشورية بيضاء وصخور مارية طبشورية وتتراوح سماكته مابين ١٠ الى ٥٠٠ متراً.
صخور المايوسين	صخور كلسية ومارلية كلسية ذات سماكة متوسطة
الترسبات الرباعية	هي مكّونة من ترسبات حديثة نسبياً مكّونة من صخور فتاتية رملية وبحصية وذات سماكة خفيفة نسبياً.

أما من الناحية التكتونية، فأن مراجعة الخريطة التكتونية تبين أن فالق اليمونة يشكل الحدث الجيولوجي الأهم في لبنان. وهذا الفالق يفصل جبل لبنان عن مناطق جبال لبنان الشرقية ، وتتفرع عن هذا الفالق فوالق ثانوية عديدة وتتجه غالباً بأتجاه شرق - غرب أو بأتجاه شمال غرب - شرق جنوب.

الخصائص الهيدروليكية للطبقات الجيولوجية

أن الخصائص الهيدروليكية للطبقات الجيولوجية مرتبطة أرتباطاً مباشراً أما بالنوعية الليثولوجية لهذه الطبقات أو بأهمية الأحداث التكتونية التي مرت عليها من فوالق وشقوق وطيّات الخ...

ويمكن بشكل عام تصنيف الطبقات الجيولوجية في محافظة جبل لبنان ضمن ثلاث فئات وفقاس لخصائصها الهيدروليكية:

أ - الطبقات ذات الصخور الكلسية والدولومتية : أن المسامية والنفاذية والأولوية (Primary Porosity & Permeability) لهذه الصخور قليلة جداً. وترجع الأهمية لهذه الطبقات الهيدروجيولوجية الى مساميتها ونفاذيتها الثانوية (Secondary Porosity & Permeability) والناتجة أما عن أنكسارات الفوالق والشقوق أو عن التفاعل الكيميائي الذي يجعل المادة الكلسية قابلة للذوبان بفعل المياه المشبعة بثاني أوكسيد الكربون. وبنتيجة ذلك تصبح هذه الطبقات غنية جداً بالشقوق الكبيرة والممرات الواسعة التي تزيد بشكل حاد من أمكانيتها على تخزين المياه الجوفية وتمريرها . وهذه الصخور مليئة بالمظاهر الكارستية من هوات وممرات جوفية ومغاور الخ...

ب - الطبقات ذات الصخور أو الترسبات الرملية : وتمتلك هذه الطبقات مسامية ونفاذية معتدلة تتغير طبقاً لدرجة تصّخر الترسبات الرملية وتماسك حبيباتها، وتعتبر هذه الطبقات من الطبقات الحاملة جزئياً للمياه.

ج - الطبقات ذات الصخور المارلية والدلغانية: برغم المسامية العالية أحياناً لهذه الطبقات فأن نفاذيتها شبه معدومة - وتشكّل هذه الطبقات عند وجودها عوازل جيدة للمياه الجوفية مما يساهم في حصر هذه المياه في الطبقات الحاملة وتدفقها بالتالي الى السطح على شكل ينابيع .

وتجدر الأشارة الى أنه يمكن لأنواع هذه الصخور أن تتواجد جميعها في طبقة جيولوجية واحدة على أرتفاعات مختلفة كما أنه يمكن لطبقة جيولوجية من عصر معين أن تحوي نوعاً واحداً من هذه الصخور.

الوضع الهيدروجيولوجي العام

أن الطبيعة الهيدوجيولوجية للتشكّلات المختلفة التي تغطي مساحة محافظة جبل لبنان يمكن أن تصنّف على الشكل التالي:

هيدروجيولجية التشكّلات في محافظة جبل لبنان	
تشكّل كسروان	يعتبـر هذا التشـكّل من أهم الخزانات الجـوفية في لبنان نظراس لليثولجيته الكلسية ولطبيعته الكارستية التي تمنحة نفاذية عالية ويتميز هذا التشكّل بأختيار المياه ممرات جوفية معينة دون أخرى (amisotropic permeability)، لذلك نتيجة تجمع المياه وحركتها في هذه الطبقات الى الأماكن التي تكثر فيها الفوالق والتشققات الصخرية.
تشكّل بحنس	يعتبر هذا التشكّل تشكلاً عازلاً للمياه المتجمعة في طبقات تشكّل كسروان الجيولوجي.
تشكّل بكفيا	ماثل هذا التشكّل تشكّل كسروان الجيولوجي في نوعية صخوره وطبيعته الكارستية. الا أن سماكته أقل بكثير من سماكة تشكّل كسروان. وتكون الفوالق في هذه الطبقات المجاري الرئيسية للمياه الجوفية فيه.
تشكّل صليما	أن قيمة هذا التشكّل الخفيف السماكة هي في كونه يلعب دوراً عازلاً ما بين تشكّل بكفيا وتشكّل الشوف الرملي .
تشكّل الشوف الرملي	تعتبر هذه الطبقات ، طبقات خازنة جزئياً للمياه وتمتاز بوفرة ينابيعها القليلة التصريف والمتواجدة على أرتفاعات مختلفة وفقًا لتتابع الطبقات الرملية والدلغانية.
تشكّل عبيه	أن هذا التشكّل هو بالأجمال عازلاً للمياه الجوفية التي تتكون في تشكّل المديرج الذي يعلوه، رغم أن بعض الطبقات الرملية يمكن أن تخزّن كمية قليلة نسبياً من المياه الجوفية.
تشكّل المديرج	نظراً لكثرة الشقوق في صخوره يعتبر خزاناً جوفياً مهماً في بعض المناطق التي تفتقد الى خزانات جوفية كبيرة.

تابع جدول هيدروجيولجية التشكّلات في محافظة جبل لبنان	
تشكّل حمانا	يلعب هذا التشكّل دوراً كبيراً في كونه العازل النحتي لتشكّل صنين الجيولوجي ، وغالباس ما تتدفق الينابيع الغزيرة عند التقاء طبقات تشكّل حمانا مع الطبقات الكلسية التي تعلوه.
تشكّل صنين	يعتبر هذا التشكّل من أهم الخزانات الجوفية الموجودة في لبنان، وخصوصاً في محافظة جبل لبنان. وقد أكتسب أسمه من جبل صنين. وأن الطبيعة الكارستية لهذا التشكّل ووجود طبقات تشكّل حمانا العازلة في أسفله جعلت منه مصدراً غنياً للينابيع التي تغذي عدة أنهار في المنطقة الشمالية من محافظة جبل لبنان.
تشكّل المعاملتين	أن خصائص هذا التشكّل الجيولوجية والهيدوجيولوجية قريبة جداً من خصائص تشكّل صنين الجيولوجي. وعليه فأنه في الغالب يتم أعتبارهما ضمن وحدة هيدروجيولوجية.
تشكّل شكا	أن طبيعة هذا التشكّل العازلة للمياه تجعله قادراً على حماية تشكّلات صنين والمعاملتين من تسرب مياه البحر وتداخلها مع المياه الجوفية.
صخور المايوسين	وهي مكّونة من صخور كلسية وكلسية مارلية وتشكّل خزاناً جوفياً محدوداً جداً.
الترسبات الرباعية	تتفاوت مسامية ونفاذية الترسبات الرباعية وفقاس لنوعية هذه الترسبات ودرجة تماسكها. ونظراس للسماكة الخفيفة لهذه الترسبات فأنه ليس لها أي قيمة فعلية في تكوين مصادر المياه الجوفية.

ويمكن ، من حيث الشكل العام، تقسيم محافظة جبل لبنان الى ثلاث مناطق متميزة من حيث وضعها الجيولوجي وخصائصها وطبيعتها الهيدوجيولوجية:

أ ـ المنطقة الممتدّة من مجرى نهر بيروت وحتى شمال مدينة جبيل

تتميز هذه المنطقة بظهور طبقات تشّكل صنين الجيولوجي السميكة بشكل أفقي أو قليل الميولة بأتجاه غرب ـ شمال في أعالي الجبال من سلسلة جبال لبنان الغربية. وتغطي عملياً المرتفعات الجبلية من جبل الكنيسة حتى شمال جبال العاقورة مروراً بجبل صنين وجبل كسروان. وتظهر في أسفل تشّكل صنين مجموعة تشّكلات جيولوجية تضم الى الصخور البركانية، تشّكل الشوف الرملي – تشّكل عبيه – وتشّكل المديرج القليل السماكة. وتساهم هذه المجموعة في حفظ مياه تشّكل صنين الجوفية ليتدفق على شكل ينابيع مهمة تنتشر على المرتفعات من الجنوب الى الشمال وذلك وفقاً لمعايير تكتونية وبنيوية موضعية.

ينابيع تشّكل صنين في المنطقة (أ)

اسم النبع	ارتفاعه	تصريفه
شاغور/نبع حمانا	١٤١٠ متراً	٣٥٠ ليتر/ثانية
نبع صنين	١٦٨٠ متراً	١٠٠ ليتر/ثانية
نبع اللبن	١٦٤٠ متراً	٧٥٠ ليتر/ثانية
نبع العسل	١٥٧٠ متراً	٧٥٠ ليتر/ثانية
نبع أفقا	١٢٠٠ متراً	٢٨٠٠ ليتر/ثانية
نبع الرويس	١٣٠٠ متراً	١٧٠٠ ليتر/ثانية

وتنتشر في أسفل تشّكل صنين وعند أرتفاعات متوسطة منه ينابيع عديدة ولكن ذات تصريف قليل نسبياً (أقل من ١٠٠ ليتر/ثانية).

تحتّل الطبقات الجوراسية الهضاب والمرتفعات الوسطى من هذه المنطقة. وهي أما أفقية أو قليلة الميولة بأتجاهات مختلفة. وتصبح الطبقات الجوراسية شديدة الميولة عند ألتقائها مع مجموعة طبقات قليلة السماكة نسبياً وتابعة لعصور مختلفة من تشّكل صليما حتى تشّكل حمانا، وهي طبقات مانعة بالأجمال لتسرب المياه . أن التغير

المفاجىء للوضع البنيوي في هذه المنطقة يعود الى حدث تكتوني مهم جداً ويتمثل بما يسمى ألتواء جبل لبنان (Mount Lebanon Flexure) أذ يجعل هذا الطّي جميع الطبقات المحاذية له على درجة شديدة من الميولة بأتجاه شمالي غربي ويقارب انحناء هذه الطبقات الوضع العامودي أحياناً. هذا التغير الستريتيغرافي والبنيوي يجعل من مجموعة طبقات تتابع صليما ـ حمانا سداً طبيعياً تتجمع وراءه المياه المختزنة والمتسربة عبر الطبقات الجوراسية لتبثق على شكل ينابيع عند أسفل الوديان العميقة. بالأضافة الى ذلك ، فأن الفوالق تلعب دوراً كبيراً في ظهور الينابيع في هذه المنطقة وخصوصاً في الأماكن المتوسطة الأرتفاع.

أما أهم الينابيع التي تغذيها الطبقات الجوراسية هي :

ينابيع الطبقات الجوراسية في المنطقة (أ)

اسم النبع	ارتفاعه	تصريفه
نبع الديشونية	١١٥ متراً	٨٠٠ ليتر /ثانية
عين الدلبة	٥٢٠ متراً	٤٠٠,١ ليتر/ثانية
نبع فوار انطلياس	٣٠ متراً	٧٠٠ ليتر/ثانية
نبع مغارة جعيتا	٦١ متراً	٥٠٠,٥ ليتر/ثانية
نبع قشقوش	٤٦ متراً	٨٠٠ ليتر/ثانية
عيون غوشريا (نهر أبراهيم)	٣٠٠ متراً	٧٠٠ ليتر/ثانية
عين الفوار (طورزيا)	٧٤٠ متراً	٣٠٠ ليتر/ثانية

وتجدر الأشارة الى أن ينابيع عديدة تظهر في أعالي هذه الطبقات لكنها، وبأستثناء نبع المغارة في حراجل (١٠٠ ليتر/ثانية) ، لا تشّكل وزناً كبيراً في الميزان المائي العام.

تغطي المساحة مابين ألتواء جبل لبنان والشواطىء البحرية طبقات تشكلي صنين والمعاملتين ذات الأنحدار المتوسط والمتجه بأتجاه الغرب .وفيما عدا بعض الينابيع الصغرى التي قد تظهر عن حدود الطبقات المارلية من تشّكل صنين ، فان هذه المنطقة تفتقر الى الينابيع المهمة.

تجري المياه المتجمعة في هذه الطبقات بأتجاه الشواطىء وتتسرب في البحر وتظهر المياه الحلوة الجوفية على شكل ينابيع شاطئية (Coastal Springs) في أماكن قليلة كعمشيت، صفرا، طبرجا، وخليج جونية.

ب ـ المنطقة الممتدّة من نهر بيروت وحتى نهر الأولي

تتكشف في أعالي جبال هذه المنطقة من ضهر البيدر حتى جبل نيحا جنوباً، الطبقات الجوراسية ذات الطابع الكاريستي القوي والمائلة بأتجاه الغرب، وتتلاقى هذه الطبقات عند سفوح الجبال مع الطبقات التابعة لتشّكل الشوف الرملي. فتؤمن هذه الطبقات سداً طبيعياً تتجمع وراءه المياه الجوفية وتطفو الى السطح من خلال ثلاثة ينابيع مهمة وهي:

ينابيع الطبقات الجوراسية في المنطقة (ب)

اسم النبع	تصريفه
نبع الصفا	١,٤٠ متر مكعب في السنة
نبع الباروك	٠,٤٥ متر مكعب في السنة
نبع نيحا	٠,٠٦ متر مكعب في السنة

وهناك قسم آخر من المياه يذهب في أتجاه التغذية الجوفية العميقة للطبقات الجوراسية.

وتغطي طبقات تشّكل صنين الجيولوجي ذات الميول المتوسطة، بأتجاه غربي ـ جنوبي في الغالب، الهضاب المحاذية للشاطىء . وتتكشف هذه الطبقات فوق رقعة قليلة المساحة نسبياً بين بيروت والدامور وتنشأ الخزانات الجوفية لمنطقتي الحدث والناعمة ــ الدامور . وتتسع بين نهري الدامور والأولي لتغطي معظم هضاب أقليم الخروب ولتكّون خزاناً جوفياً مهماً.

تنبثق في أعالي هذه الطبقات ينابيع قليلة ذات تصريف قليل نسبياس وذلك عند وجود طبقات مارلية مانعة لتسرب المياه. وتتسرب معظم المياه الجوفية في هذه الطبقات بأتجاه البحر لتؤلف مجموعات من الينابيع العذبة البحرية أو الشاطئية . وتمنع طبقات تشّكل عند وجودها التمازج المباشر بين مياه البحر المالحة والمياه الجوفية لتشّكل صنين الا من خلال الفوالق والتشققات الأرضية.

أما المساحات المتواجدة بين مناطق تكشف الطبقات الجوراسية في أعالي الباروك ومناطق تكشّف الطبقات الكلسية الصنينية فوق الهضاب الشاطئية فيغطيها تتابع سلسلة تشّكلات من تشّكل الشوف الرملي الى تشّكل حمانا، ومعظم هذه التشّكلات أما غير حاملة للمياه أو تجري المياه الجوفية فيها بكميات قليلة أو متوسطة . وتكثر في هذه المناطق الينابيع ذات التصريف المتوسط والقليل نسبياً.

تلوث المياه الجوفية

لقد أثبتت دراسات عديدة قدّمت خلال العشر سنين الماضية مدى تأثر قطاع المياه في لبنان وخصوصاً قطاع المياه الجوفية بالملوثات البيئية المختلفة والناتجة عن مصادر عديدة أهمها:

- مياه الصرف الصحي التي تجري مباشرةً الى الأنهار والسواقي أو الى جور صحية وآبار محفورة في الصخور الكلسية المتشققة.
- الأدوية والمبيدات الزراعية والأسمدة التي تستعمل في الأراضي الزراعية وتتسرب في المياه الجوفية.
- المخلفات والفضلات الصناعية التي ترمى على ضفاف الأنهار أو في أمكنة يسهل تسرب العناصر الكيميائية فيها الى جوف الأرض.
- النفايات الصلبة المنزلية التي تتكدّس في أماكن كثيرة دون أي معالجة.
- الأستثمار الكثيف للمياه الجوفية من خلال الحفر العشوائي للآبار وما ينتج عنه من تداخل المياه المالحة على طول الشاطىء وأختلاطها بالمياه العذبة.
- الفضلات الصناعية الخطرة التي يصار الى طمرها في الأماكن النائية وبصورة غير شرعية وعشوائية . وغالباس ما تكون هذه الأماكن موجودة ضمن نطاق صرم تغذية ينابيع مهمة أو آبار جوفية عديدة.

وتجدر الأشارة الى أنه ما يضاعف من خطر مصادر التلوث المتنوعى المذكورة آنفاس، وهو قابلية الطبقات الكارستية لأستيعاب الملوثات وتمريرها بسرعى كبيرة من مكان الى آخر عبر المياه الجوفية المتحركة. مما يعني أن أي كمية من الملوثات تستطيع أن تنتقل بسهولة كبيرة لتصل الى مستوى المياه الجوفية وتمتد بسرعى لتلامس أماكن بعيدة جداً عن المصدر الأساسي للتلوث.

والتجارب القليلة التي أجريت على أنظمة كارستية في لبنان من خلال أستعمال الملونات (Dye Tracers)، قد أثبتت مدى تواصل هذه الأنظمة ببعضها ومدى سرعة جريان المياه فيها. ولعلّ أبرز التجارب هي التي أجريت على منظومة دارا ـ فوار أنطلياس والتي قطعت فيها الملونات مسافة ٢١ كلم خلال خمسة عشر يوماً.

خلاصة

يقودنا هذا العرض الموجز لمصادر المياه الجوفية في محافظة جبل لبنان الى أستخلاص الملاحظة التالية:

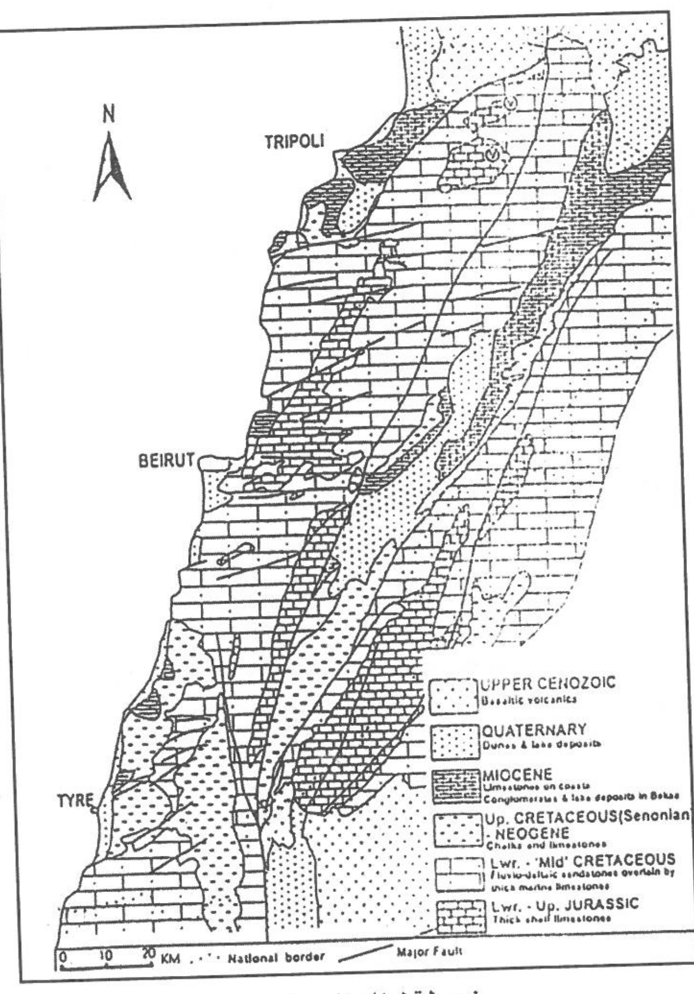
- أن منطقة جبل لبنان غنية أجمالاً في الموادر الجوفية للمياه الا أن معظم الينابيع تتركز على أرتفاعات عالية ، وتندر الينابيع في الهضاب المحاذية للشاطىء.
- أن معظم المياه الجوفية المخزنة في التشّكلات الهيدروستراتغرافية المحاذية للشاطىء تصب في مياه البحر أما عن طريق التسرّب الطولي، أو من خلال ينابيع شاطئية (Coastal Springs) ، أو على شكل ينابيع بحرية (Submarine Springs).
- أن المياه الجوفية المتدفقة من الينابيع في أعالي الجبال تشكل الرديف الأساسي لمياه الأنهار السطحية، وبالتالي فهي تكوّن المعذّي الوحيد لهذه الأنهار خلال فصل الصيف.
- تتميز الينابيع الكارستية بسرعة تصريفها لمخزونها من المياه الجوفية، والقياسات التي أجريت على ينابيع عدّة في جبل لبنان تبين أن الفارق في التصريف بين شهري أيلول /تشرين أول وشهر آذار هو بمعدل واحد الى عشرة. ما يعني أنه لا يمكن التعويل على الأستفادة الكبيرة من هذه الينابيع خلال فصل الجفاف.
- الأستثمار الكثيف للمياه الجوفية على طول الشاطىء قد أدّى الى تداخل مياه البحر المالحة الى مسافات كبيرة بأتجاه البرّ.

ويزداد هذا التداخل سنوياً وبوتير عالية، وذلك مع ازدياد عدد الآبار المحفورة وكمية المياه المستخرجة منها.

- أن تعّدد وتكاثر مصادر التلوث من جهة، وقابلية الصخور الكارستية للتآثر بهذه الملوثات من جهة أخرى، ويجعلان الخطر كبيراً على نوعية مياهنا الجفوفية، حاضراً ومستقبلاً.

أنه من حقّنا أن نجبر أسرائيل، الدولة العدّوة المعتدية، على أحترام سيادتنا على

أرضنا ومصادرنا الطبيعية. ولكنه أيضاً من واجبنا نحن أن نظهر أحتراماً كبيراً لثرواتنا المائية والطبيعية، وأن نجعل من صلب أخلاقنا ومناقبنا الوطنية الحفاظ على هذه الثروات كماً ونوعاً.



خريطة لبنان الجيولوجية

مشاريع الري

إعداد: المهندس مازن مكي

- دبلوم هندسة زراعية - الجامعة الأميركية في بيروت ١٩٩٦.
- ماجستير في الري والهيدرولوجيا - الجامعة الأميركية في بيروت ١٩٩٩.
- مهندس إستشاري في مشاريع الري المموّلة من البنك الدولي - مشروع إعادة وتأهيل وتحديث قطاع الري في لبنان

(IRMP) Irrigation Rehabilitation and Modernization Project

العناوين

أ - واقع الري في لبنان قبل خطة النهوض والانماء

ب - إنجازات مصلحة مشاريع الري في مرحلة التسعينات

ج - مشاريع إعادة تأهيل قطاع الري في لبنان

١ـ مشاريع البنك الدولي في كل لبنان

٢ـ مشاريع البنك الدولي في محافظة جبل لبنان

د- الخطة العشرية لوزارة الطاقة والمياه لتطوير قطاع الري

١ـ إعادة تأهيل شبكات الري

٢ـ البرك الجبلية و السدود

هـ - خلاصة

مقدمـــة

مشكلة المياه في لبنان تتسم بطابع الأهمية الكبيرة وخصوصاً في حقل الري. وحسن استعمال وإدارة المياه هو القاعدة الأساسية لكل برنامج إنمائي وتطويري. إن مصادر المياه في لبنان هي الأمطار و الثلوج والمخزونات المائية الجوفية والينابيع والأنهار التي يستعان بمياهها للشرب والإستخدام المنزلي والري بصورة عامة وللصناعة وتوليد الكهرباء بصورة خاصة.

ويقدر الحجم السنوي الوسطي للمتساقطات في لبنان بحوالي ٨،٦ مليارات متر مكعب، يبلغ حجم المتساقطات القابلة للاستثمار بكلفة معتدلة حوالي ٢،٢ مليار متر مكعب سنوياً. لا يتعدى الحجم المستثمر في الري حالياً مليار متر مكعب في السنة.

وقد سيطرت مؤخراً في السنوات الماضية فترة من الشحائح حيث تدنت معدلات المتساقطات بشكل كبير وبالتالي كمية المياه المتوفرة للإستثمار.

ومن ناحية أخرى فإن نظام تفُجر وتدفق الينابيع الأساسية والهامة في لبنان ، والذي يجري بشكل عام في الطبقات الجوفية الصخرية الكارستية المتشققة ، يبدأ بشكل غزير مع بداية فصل الربيع حيث الحاجة متدنية إلى إستعمال المياه لحاجات الري ، فتذهب كميات كبيرة من مياه الينابيع المتدفقة و الأنهار التى تتغذى من تلك الينابيع هدراً دون الإستفادة منها، وما يلبث تصريف هذه الينابيع أن يتقلص تدريجياً منذ بداية فصل الصيف حيث تزداد الحاجة للمياه ويزداد الطلب عليها.

أ- واقع الري في لبنان قبل خطة النهوض والإنماء

بسبب ظروف الحرب، تأخرت المشاريع الإنمائية عامة ومنها مشاريع ومنشآت الري كما غابت الصيانة والمراقبة في الكثير من الأحيان للشبكات والأقنية المنفذة قبل إندلاع الحرب اللبنانية. وكانت النتيجة أنه قد لحق بالبنية التحتية لقطاع الري في لبنان تصدعات وتعديات شتى بلغت حد الدمار الشامل أحياناً.

كل ذلك انعكس سلباً على توسع المساحات المروية وتأخر مشاريع التنمية الزراعية بسبب الحاجة إلى موارد مائية كافية لتأمين الحاجات الزراعية.

وقد نتج عن هذا الواقع قيام المزارعين والمستثمرين بمبادرات فردية اتجهت نحو إستثمار المخزون الجوفي من المياه وذلك بحفر الآبار كحل بديل لعدم توفر المياه السطحية وعدم وجود منشآت لنقلها وإيصالها الى المشاريع الزراعية.

تقدر المساحات المزروعة الصالحة للزراعة في لبنان بحوالي /٣٦٠,٠٠٠/ هكتار كما تقدر المساحات الصالحة للري في لبنان بحوالي /١٨٠,٠٠٠/ هكتار. و تبلغ نسبة المساحات المروية فعلياً ما يقارب ٤٥٪ اي حوالي /٨٧,٠٠٠/ هكتار وتروى تلك الاراضي بإستخدام تقنيات مختلفة. تقدر المساحة المروية من المياه الجوفية بـ ٢٩٪ من المساحة الكلية المروية اي حوالي /٢٥,٠٠٠/ هكتار.

وتشير دراسات وزارة الطاقة والمياه ان مساحة الأراضي المروية في محافظة جبل لبنان تقدر /٧٥٠٠/ هكتار تتوزع على كافة الأقضية.

ب- إنجازات مصلحة مشاريع الري في مرحلة التسعينات

بعد نهاية الحرب اللبنانية ، عملت مصلحة مشاريع الري في وزارة الطاقة والمياه (سابقاً وزارة الموارد المائية والكهربائية) على إعادة تأهيل شبكات أقنية الري وخطوط جر المياه بعد دمار وخراب معظمها وذلك للتخفيف من هدر المياه ورفع الإنتاجية ومستوى الإستثمار.

كما سعت المصلحة إلى حصر العديد من الينابيع لإستخدامها في تأمين مياه الري وذلك ضمن خطة رفع نسبة تخزين المياه السطحية والتخفيف من إستهلاك المخزون الجوفي. كما عملت المصلحة على إنشاء مآخذ على مجاري الأنهار وذلك لإستخدامها في مشاريع ري متنوعة.

❖ وأهم الأعمال المنجزة من قبل مصلحة مشاريع الري في تلك الفترة تتلخص بالتالي :

- إعادة تأهيل ٣١٠ كلم أقنية ري، ٦٤ كلم منها في محافظة جبل لبنان.
- إستبدال٨٠ كلم أقنية ري بقساطل UPVC و PE، ٤٣ كلم منها في محافظة جبل لبنان.

ج - مشروع البنك الدولي لإعادة تأهيل وتحديث قطاع الري في لبنان

بالاضافة إلى مجموعة الإنجازات المذكورة آنفاً ، تقوم وزارة الطاقة والمياه بالتعاون مع مجلس الإنماء والإعمار بتأهيل عدد من مشاريع الري بتمويل من البنك الدولي للإنشاء والتعمير وذلك بموجب إتفاقية تم توقيعها عام ١٩٩٤ بين الحكومة اللبنانية والبنك الدولي.

تبلغ قيمة القرض ٧٠,٢ مليون دولار اميركي ، تلحظ الإتفاقية الموقعة مع البنك الدولي تأهيل وتحديث شبكات ومنشآت ري تروي ما يقارب ٢٨٠٠٠ هكتار موزعة في مختلف المناطق والمحافظات اللبنانية ، وقد تم إنجاز عدد كبير من هذه المشاريع ويجري العمل على تنفيذ المشاريع المتبقية منها بحيث ينتظر إتمامها بحلول منتصف سنة ٢٠٠٣.

فمشاريع البنك الدولي في محافظة جبل لبنان تتلخص بالتالي :

القضاء	إسم المشروع	المساحة المروية (هكتار)
جبيل	اللقلوق ـ العاقورة	١٠٩٠
كسروان	فاريا ـ كفرذبيان	٥٣٨
المتن	بسكنتا ـ صنين	١٤٩
الشوف	نبع الصفا	٨٦١
	الباروك	٢٧٧

د - الخطة العشرية لوزارة الطاقة والمياه لتطوير قطاع الري

تهدف الخطة العشرية لوزارة الطاقة والمياه إلى الحد من هدر المياه السطحية وزيادة نسب إستثمارها بالإضافة إلى محاولة تأمين إستمرارية في الموارد على مدار السنة فضلاً عن ما ينتج عن ذلك من زيادة في الموارد المائية القابلة للإستثمار.

وفي هذا الإطار ، وضعت الوزارة نصب أعينها (١) بناء البرك لحفظ وتجميع مياه الأمطار لإستخدامها في فترات الجفاف و (٢) مد شبكات ري حديثة من قساطل PE وUPVC وذلك بهدف التقليل من هدر المياه و (٣) إعتماد التقنيات الحديثة في الري.

وتبلغ قيمة الأموال والمبالغ المخصصة لدراسات وتنفيذ أعمال الري في محافظة جبل لبنان خلال فترة العشر سنوات المقبلة ٣,٣٣٥,٠٠ دولار أميركي من اصل ٤٥,٤٦٥,٠٠ دولار أميركي لقطاع الري لكل لبنان.

إن هناك العديد من مشاريع الري الملحوظة في خطة وزارة الطاقة والمياه لمحافظة جبل لبنان ، وكلها تهدف سواء إلى إعادة تأهيل شبكات الري أو تحديثها أو مد شبكات جديدة ، ونذكر منها وعلى سبيل المثال لا الحصر:

إسم المشروع	المساحة المروية (هكتار)
تأهيل شبكة الري في ريفون ـ فيطرون ـ عجلتون ـ عشقوت ـ داريا	٢٠٠ هكتار
اكمال تأهيل شبكة الري في منطقة بسكنتا ـ صنين و المحيط	١٠٠ هكتار
بناء٣ برك جبلية في منطقة الغرفة الفرنسية في بسكنتا	٢٠٠ هكتار
اعادة تأهيل وتحديث شبكة الري في منطقة عاليه (الغابون ـ مجدليا ـ سلفايا)	٨٠ هكتار
تأهيل و تحديث شبكات الري في الدامور ـ المختارة و عين قني.	٥٤٠ هكتار

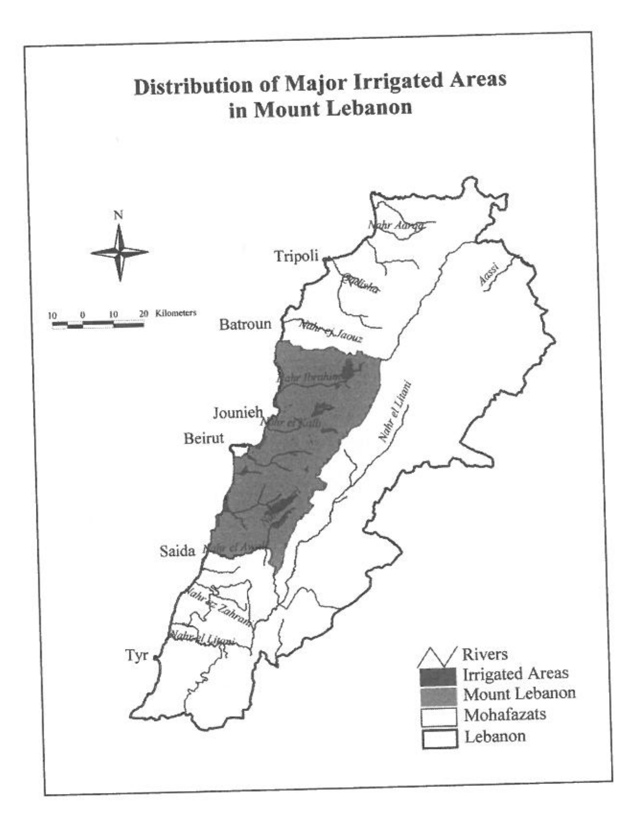
أما على صعيد تجميع المياه ضمن بحيرات جبلية أو سدود ، فقد حظيت محافظة جبل لبنان بعدد كبير من المشاريع التي تجري حالياً دراستها وسوف يصار إلى المباشرة بتنفيذها تباعاً في المستقبل القريب، وأهمها سد شبروح.

هـ ـ خلاصة

إن وزارة الطاقة والمياه في خطتها العشرية المستقبلية تسعى إلى تأمين مصادر مائية إضافية كانت غير مستثمرة و تضيع هدراً في مجاري الأودية وصولاً إلى البحر، وذلك عن طريق إقامة البرك الجبلية والسدود. تهدف الوزارة أيضاً في خطتها إلى التقليل من الهدر الحاصل في الشبكات المتصدعة وذلك عن طريق إعادة تأهيلها وتحديثها في بعض الأحيان، كما تسعى الوزارة إلى رفع نسب الإستثمار والإنتاجية للموارد المائية المتاحة بالتركيز والتشجيع على إعتماد التقنيات الحديثة في الري.

المصادر والمراجع:

- تقرير الخطة العشرية لوزارة الطاقة والمياه، نيسان ٢٠٠٠.
- تقارير ودراسات مصلحة مشاريع الري، وزارة الطاقة والمياه.
- تقرير مشروع إعادة تأهيل وتحديث قطاع الري في لبنان الممول من البنك الدولي، وزارة الطاقة والمياه، تشرين الثاني ٢٠٠٠.



مشاريع الصرف الصحي في جبل لبنان

مشاكل وحلول

إعداد : المهندس اسماعيل مكي

- دبلوم في هندسة الأشغال العامة من كلية الهندسة في جامعة القديس يوسف في بيروت (ESIB).
- دراسات معمقة للأبنية المقاومة للزلازل (ESIB).
- التأهيل لدراسات الخطوط الثانوية الهاتفية المنظمة من وزارة البرق والبريد مع SOFRECOM.
- دراسات عليا في علم المياه (ESIB).

١٩٨١ شركة عبد الرحمن حورية

- تنفيذ الاتوستراد بين خلدة والدامور الصفة مهندس مواد.

١٩٨٣ - ١٩٩٣ المكتب الهندسي للتنظيم والأشغال العامة

- دراسة وإشراف: شبكات المياه والمجاري وتصريف مياه الأمطار والإنارة وآبار ارتوازية وخزانات ومباني وخطوط ثانوية هاتفية ومنشآت بحرية في مناطق مختلفة من لبنان.

١٩٩٣ - ١٩٩٦ هوارد هامفريز وشركاه/ المكتب الفني للإنماء

- دراسة المشاريع المائية العائدة للبروتوكول الفرنسي.
- دراسة المشاريع المائية العائدة لخطة النهوض للسنتين الثانية والثالثة.

١٩٩٦ - ١٩٩٧ جامعة القديس يوسف

- دراسات عليا في علم المياه.

١٩٩٧ ولتاريخه مجلس الانماء والاعمار

- قطاعي المياه والصرف الصحي والبيئة

المحتويات

١ـ مقدمة

ان قطاع الصرف الصحي اشبه بالولد اليتيم الذي تنقل في حياته من وصاية الى اخرى مما زاد حدة المشكلة وتراكمت السلبيات.

فبدأت المصلحة الوطنية للتعمير ثم وزارة الاسكان وبعدها وزارة الموارد المائية والكهربائية ودخل مجلس الانماء والاعمار عليها ومن ثم وزارة الشؤون البلدية والقروية واليوم بعهدة وزارة الطاقة والمياه (الموارد المائية والكهربائية سابقا) هذا دون ذكر البلديات. الامر الذي خلق مناخا غير مشجع لدى اكثرية المواطنين.

٢ ـ المشاكل :

قبل البدء بالحديث عن مشاريع الصرف الصحي في جبل لبنان، لا بدّ من التذكير بواقع هذا القطاع الذي يمكن تلخيصه كما يلي :

- ❖ غياب تام لمنشآت تكرير المياه المبتذلة قبل تصريفها في المحيط الطبيعي،
- ❖ وجود شبكات للصرف الصحي في بعض المناطق ما يؤدي الى تجميع المياه المبتذلة وتصريفها بطريقة عشوائية ودون أية معالجة في الوديان والأنهر وعلى الشواطىء وهذا ما يشكل مصدر تلوث مهم للبيئة وللثروة المائية السطحية والجوفية.
- ❖ عدم وجود أية شبكات في بعض المناطق ما يؤدي الى النتيجة المشار اليها أعلاه وهي تصريف المياه المبتذلة في المحيط الطبيعي،
- ❖ وجود آبار يتم تصريف المياه المبتذلة فيها.
- ❖ اكثرية المصانع غير مجهزة لتكرير المياه المبتذلة الناتجة عنها.
- ❖ وجود محطة تكرير اولية دون شبكات.
- ❖ وجود شبكات ومصبا بحريا دون محطة تكرير.

ولمعالجة هذا الوضع، أطلق مجلس الإنماء والاعمار، بالتعاون مع الوزارات المعنية، عدداً من الدراسات والمشاريع الهادفة إلى تجميع وتكرير المياه المبتذلة قبل تصريفها في المحيط الطبيعي وقام بتأمين التمويل اللازم لتنفيذ الأشغال وباشر بتلزيم بعض

المشاريع آخذاً بعين الاعتبار تأمين الصيانة والتشغيل اللازمين لضمان حسن عمل هذه المنشآت بعد وضعها في الخدمة. الا ان الامور التي تعيق تقدم العمل هي التالية:

❖ عدم وجود آلية لتطبيق القوانين العائدة للصرف الصحي.

❖ عدم تقييم اكثرية المواطنين اهمية التكرير.

❖ الانانية واعطاء المصالح والاستثمارات الشخصية الاولية المطلقة.

❖ تدخل بعض السياسيين بالامور الفنية.

❖ عدم وجود الثقة بالحلول المطروحة وببرمجتها.

❖ عدم توفر الاعتمادات في الوقت المناسب.

فيما يلي عرض مفصّل للخطة المتبعة من قبل مجلس الإنماء والاعمار في قطاع الصرف الصحي، للمشاريع التي أنجزت ولتلك الجاري تنفيذها حالياً وللمصاعب التي تمت مواجهتها خلال فترات تحضير وتنفيذ المشاريع.

٣ ـ الحلول

٣ـ١ القانون :

صدق مؤخرا قانون دمج مصالح المياه في لبنان وتنظيم وزارة الطاقة والمياه واصبح قطاع الصرف الصحي من مهام هذه المصالح تحت وصاية وزارة الطاقة والمياه وهذه الخطوة لهي الاهم في المطلق اذ اصبح عمل قطاع المياه موحدا ومجديا.

٣ـ٢ حول المخطط التوجيهي للصرف الصحي :

بعد تنفيذ البرنامج الوطني العاجل للإعمار وما نتج عنه من مشاريع تهدف إلى تأهيل وتوسعة منشآت وتوزيع وتنقية مياه الشرب الموزعة على كافة المناطق اللبنانية، باشر مجلس الإنماء والإعمار بإطلاق عدد من مشاريع تجميع وتكرير المياه المبتذلة وذلك ضمن خطة شاملة تستند على مخطط توجيهي تم إعداده خلال العام ١٩٨٢ وتم تحديثه خلال العام ١٩٩٤.

أما أسس ومبادئ هذه الخطة فهي ناتجة عن طبيعة البلاد وتضاريسها وعن التوزع السكاني وخاصة وجود التجمعات السكنية المهمة على الساحل أو على السفوح الغربية لسلسلة الجبال الغربية. وقد خلص المخطط التوجيهي الى وجوب إنشاء ٥محطات تكرير ساحلية وذلك لاستيعاب المياه المبتذلة الناتجة عن المدن الرئيسية وعن التجمعات

السكانية المحيطة بها، والتي يمكن جرّ أكثرية مياهها بالجاذبية. وهذه المحطات تقع في: جبيل، كسروان، الدورة (شمال بيروت)، الغدير (جنوب بيروت)، ساحل الشوف.

وبتنفيذ هذه المحطات الساحلية وشبكات الصرف الصحي العائدة لها، تكون مشكلة الصرف الصحي قد حلّت لأكثر من ٦٥٪ بالمائة من سكان جبل لبنان المتوقعين للعام ٢٠٢٠.

بالإضافة الى المحطات الساحلية، تم تحديد عدة محطات تقع في التجمعات السكنية الواقعة داخل المحافظة نذكر منها قرطبا، حراجل، الخنشارة، بعبدات، الباروك، دير القمر، مزرعة الشوف . ومع إنشاء هذه المحطات الإضافية يكون تكرير المياه المبتذلة مؤمناً لأكثر من ٨٠ بالمائة للسكان في العام ٢٠٢٠.

أما المناطق المتبقية والتي تضمّ ٢٠ بالمائة من السكان فهي بحاجة الى حوالي الـ ٢٥ محطة لتكرير المياه المبتذلة الناتجة عنها وهي محطات صغيرة الحجم بمعظمها يعود عددها الكبير نسبياً الى التوزع الجغرافي للقرى والبلدات الواقعة في الداخل والى طبيعة تضاريسها.

٣ـ٣ حول تقدم العمل في قطاع الصرف الصحي :

استناداً على توصيات المخطط التوجيهي، عمل مجلس الإنماء والإعمار، في مرحلة أولى، على تأمين التمويل وعلى تنفيذ المحطات التي تساهم في حل القسم الأكبر من مشكلة الصرف الصحي في جبل لبنان أي تلك التي تستوعب المياه المبتذلة الناتجة عن حوالي ٨٠ بالماية من السكان علماً أن المجلس عمل أيضاً على تأمين التمويل اللازم لتنفيذ الشبكات المؤدية الى هذه المحطات.

أما ما تم انجازه حتى اليوم فهو تنفيذ محطة الغدير بمرحلتها الاولى (جنوبي بيروت) وتلزيم محطتي جبيل، ساحل الشوف.

ويعمل المجلس حالياً على تأمين التمويل اللازم لتنفيذ المحطات الساحلية الأخرى في الدورة شمال بيروت، وفي كسروان وتطوير محطة الغدير هذا بالإضافة الى تمويل عدد من المحطات الأخرى الواقعة داخل المحافظة. من هذه المحطات نذكر محطات حراجل، قرطبا، مزرعة الشوف.

كما تجدر الإشارة أخيراً الى أنه في سياق دراسة المحطات الواقعة في الداخل، يقوم مجلس الإنماء والإعمار بتحديد عدد وحجم هذه المحطات وتقنيات التكرير الواجب اعتمادها لكي تتماشى مع الامكانات المادية والبشرية المتوفرة مع الإصرار على أن تكون عمليات صيانة وتشغيل هذه المنشآت عمليات سهلة وقليلة الكلفة.

٣-٤ حول تصميم وتنفيذ المشاريع :

تم اطلاق مشاريع الصرف الصحي وتكرير المياه المبتذلة بعد اعداد دراسات تفصيلية شملت العناصر التالية :

- ❖ تحديد الشبكات اللازمة لتجميع المياه المبتذلة علماً أن جهداً كبيراً قد بذل لجرّ المياه بالجاذبية وتحاشي انشاء عدد كبير من محطات الضخّ،
- ❖ تحديد مواقع محطات التكرير وتحديد تقنيات التكرير الواجب اعتمادها ودراسة تأثيرها على البيئة والعمل على التقليل من تأثير منشآت المحطة على محيطها،
- ❖ تحديد خصائص المصبات البحرية للمحطات الواقعة على الشاطىء،
- ❖ تحضير ملفات تلزيم الأشغال وملفات تلزيم أعمال الصيانة والتشغيل.

ومع تقدّم الدراسات واجه المجلس صعوبات عديدة لتحديد مواقع محطات التكرير وخاصة تلك العائدة للمحطات الساحلية والتي كان لها تأثير مباشر على الخيارات المتاحة لتحديد تقنية التكرير الواجب اعتمادها إذ أن المواقع المتوفرة قليلة جداً نظراً للكثافة السكانية التي تتميز بها المنطقة الساحلية.

أما الخيارات النهائية لمواقع المحطات ولتقنيات ومنشآت التكرير فأتت نتيجة دراسات فنية، اقتصادية وبيئية مفصلة حرصت على التقليل من تأثير المحطات على محيطها وأخذت بعين الاعتبار كلفة المنشآت وكلفة صيانتها وتشغيلها لعدة سنوات.

وبناءً عليه، اعتمدت دراسات وملفات تلزيم محطات التكرير ما يلي :

- ❖ إنشاء محطات تتلاءم مع البيئة المجاورة وذلك بعد دراسة المساحات المتوفرة للمنشآت المقرر تنفيذها حالياً وتلك العائدة لتوسعة المحطات مستقبلاً،
- ❖ تغطية المنشآت المعرضة لتسريب الروائح وتزويدها بتجهيزات لتنقية الهواء،
- ❖ معالجة الوحول الناتجة عن عمليات التكرير،
- ❖ إنشاء مصبات بحرية تؤمن حماية الشواطئ والبيئة البحرية من التلوث وتحول دون ارتداد التلوث الى الشاطئ نتيجة التيارات البحرية.

مع الاشارة الى أن معظم المحطات هي محطات تكرير ثانوية **(Traitement Secondaire)** تعتمد تقنية تكرير بيولوجية نذكر منها تقنية الـ **Boues Activées** والـ **Biofiltres**. وقد صممت المحطات لتؤمن تكريراً للمياه المبتذلة يتناسب مع المعايير العالمية المعترف بها في الإتفاقيات الهادفة الى الحد من تلوث البحر المتوسط والتي تمّ

توقيعها من قبل الدولة اللبنانية ويضمن الحد من التلوث الجرثومي بحيث يمكن تصريف المياه عبر مصبّ بحري أو في مجاري الانهر دون تشكيل أي خطر على البيئة وعلى المياه الجوفية أو السطحية أو البحر.

٣-٥ حول معالجة الوحول الناتجة عن التكرير :

أما بالنسبة للوحول الناتجة عن عملية التكرير فان مجلس الإنماء والاعمار يقوم حالياً باعداد مخطط توجيهي لمعالجة هذه الوحول والتخلص منها وذلك بالتعاون مع الوزارات المعنية (وزارة الصحة العامة، وزارة الطاقة والمياه، وزارة الزراعة، وزارة البيئة ووزارة الداخلية). أما الخيارات التي تجري دراستها حالياً فهي استعمال الوحول في المجال الزراعي أو التخلص منها بواسطة محارق خاصة في الاماكن حيث لا يمكن استعمالها في الزراعة.

٣-٦ حول صيانة وتشغيل المحطات :

ولضمان فعالية وصحة تشغيل منشآت محطات التكرير فقد أدرج مجلس الإنماء والإعمار عمليات الصيانة والتشغيل لمدة عدة سنوات في عقود المتعهدين الذين يقومون بتنفيذ الأشغال وذلك وفق دفتر شروط يحدد المهام وأعمال الصيانة اللازمة لتأمين تشغيل ملائم للمنشآت وللمعدات.

وخلال هذه المدة يقوم المتعهدون أيضاً بتدريب فرق عمل لبنانية يمكنها تولي عملية التشغيل والصيانة لاحقاً. وهذه تجربة خاضها مجلس الإنماء والإعمار سابقاً في محطات تنقية مياه الشرب إذ تبين أن فرق العمل اللبنانية قادرة على القيام بأعمال الصيانة والتشغيل على أكمل وجه في حال تأمنت لها الإمكانية المادية والبشرية اللازمة لهذه الغاية.

أما بالنسبة للخيارات الأخرى المتاحة لصيانة وتشغيل المحطات فهناك عدة اتجاهات يمكن اعتمادها ومنها تلزيم هذه العمليات لشركات خاصة أو تسليم المحطات الى مصالح المياه الموحدة التي تم إنشاؤها ضمن إعادة تنظيم قطاع المياه في لبنان.

وهنا تجدر الإشارة إلى أن حسن عمل المحطات يتوقف على نوعية المياه الواردة إليها وبالتالي فانه من الضروري أيضاً تأمين صيانة صحيحة لشبكات الصرف الصحي وتحاشي تسرب مياه الشتاء اليها إذ أن وصول كميات كبيرة من هذه المياه الى المحطات يمكن ان يؤدي الى بعض الخلل في عملية التكرير. كما أن مراقبة الشبكات وصيانتها تحول دون تسرب المياه المبتذلة الى المحيط الطبيعي.

كما أن الموضوع الاهم يبقى وصل المياه المبتذلة الصناعية إلى شبكات الصرف الصحي اذ ان محطات التكرير ليست معدة لاستقبال كميات كبيرة من هذه المياه علماً ان السياسات المتبعة عالمياً في هذا المجال تتجه نحو إجبار المصانع على إنشاء محطات تكرير خاصة بها تؤمن تكرير المياه الناتجة عنها قبل إلقائها في شبكات الصرف الصحي.

٣ ـ ٧ حول التمويل :

باشر مجلس الإنماء والاعمار بتأمين الاعتمادات اللازمة لتنفيذ خطة الصرف الصحي بواسطة قروض ميسرة من دول ومنظمات عديدة نذكر منها البنك الاسلامي (شبكات محطة تكرير الغدير ضمن مشروع مجاري بيروت الكبرى)، البنك الاوروبي للتثمير (محطة او شبكات ضمن مشروع بيروت الكبرى) ، الصندوق الالماني **Kfw** (محطة الغدير)، الحكومة الفرنسية (محطات بعبدات، جبيل، ساحل الشوف) والحكومة الايطالية (محطتي مزرعة الشوف وقرطبا) هذا بالاضافة الى الاعتمادات المؤمنة من الحكومة اللبنانية. ويتابع المجلس العمل حالياً لتأمين التمويل اللازم لتنفيذ محطات وشبكات اضافية منها محطات الدورة (شمال بيروت) ومحطات كسروان،

٣ ـ ٨ حول عملية تلزيم الأشغال :

يتم تلزيم الأشغال بموجب مناقصات مفتوحة للشركات المتخصصة في مجالات الصرف الصحي وتكرير المياه المبتذلة والتي تملك امكانيات تقنية ومالية وبشرية كافية لضمان انجاز المشاريع ووضعها في الخدمة.

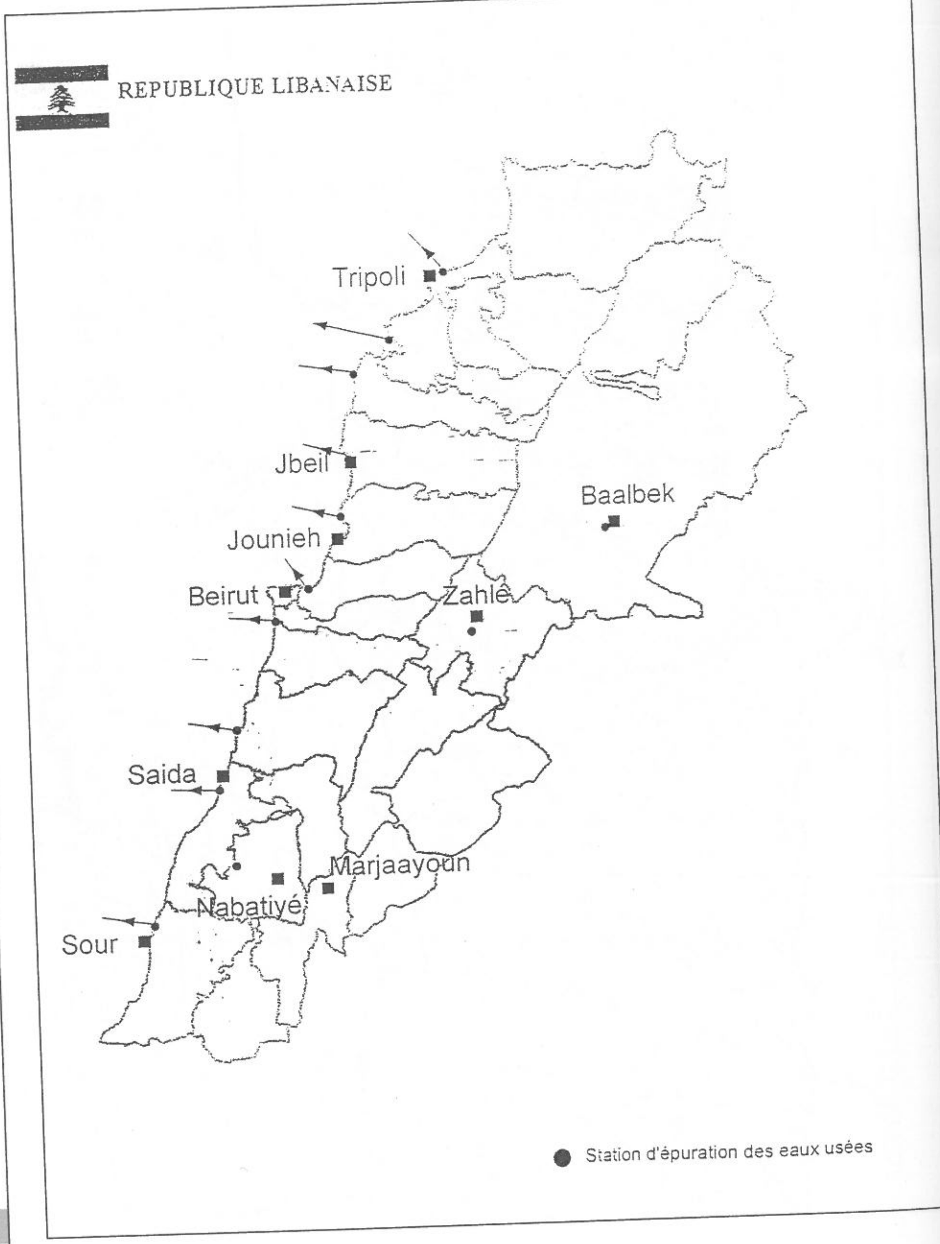
تعتمد المناقصات مبدأ المباراة (**Programme Concours**) الذي يحدد المواصفات الفنية للمحطة ونوعية المياه المكررة وتقنية التكرير الواجب اعتمادها ويطلب من المشتركين في المباراة تقديم تصوراتهم وتصاميمهم للمحطة وتقديم كلفة إنشائها وصيانتها وتشغيلها.

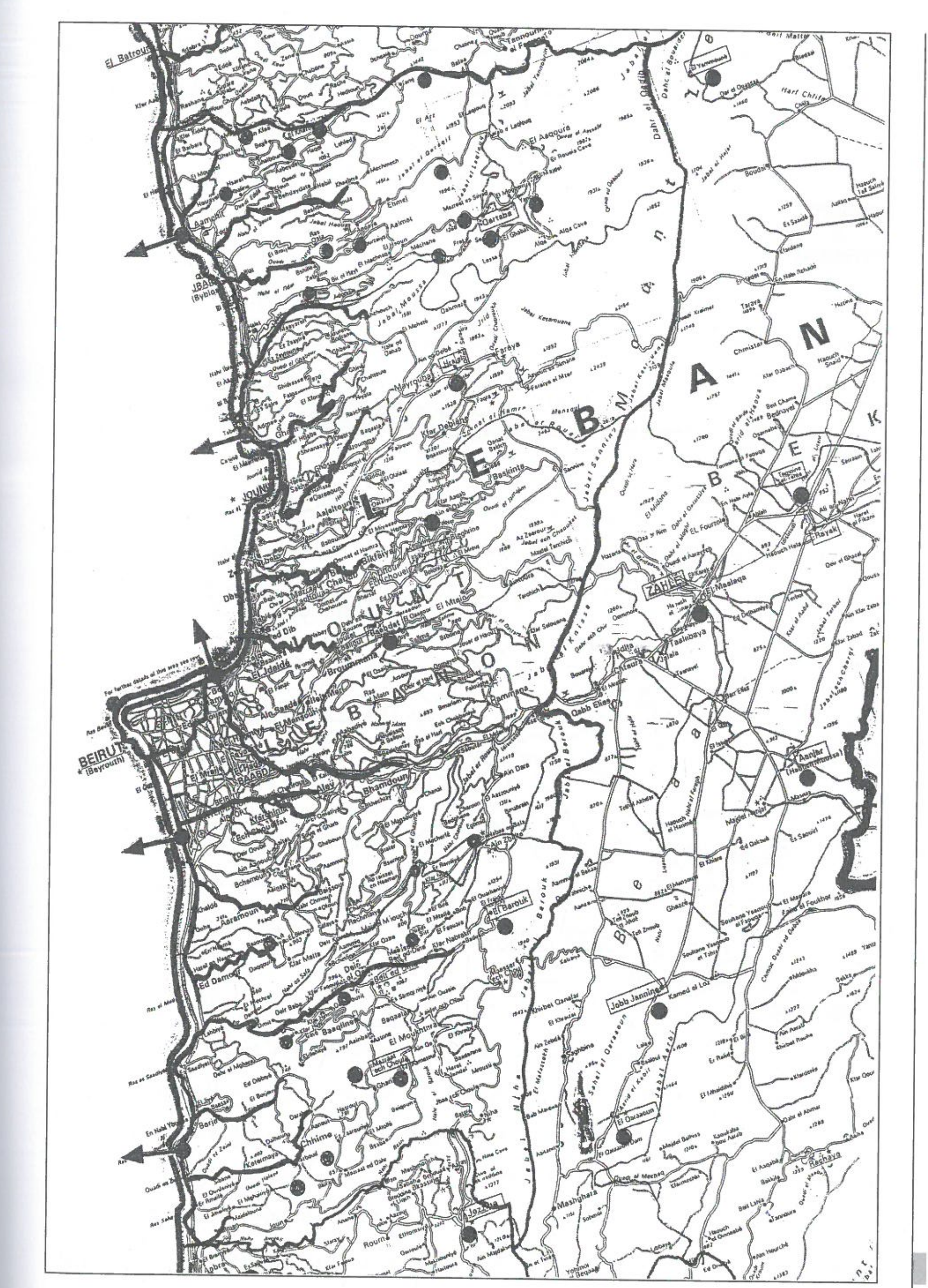
٤ ـ خلاصة :

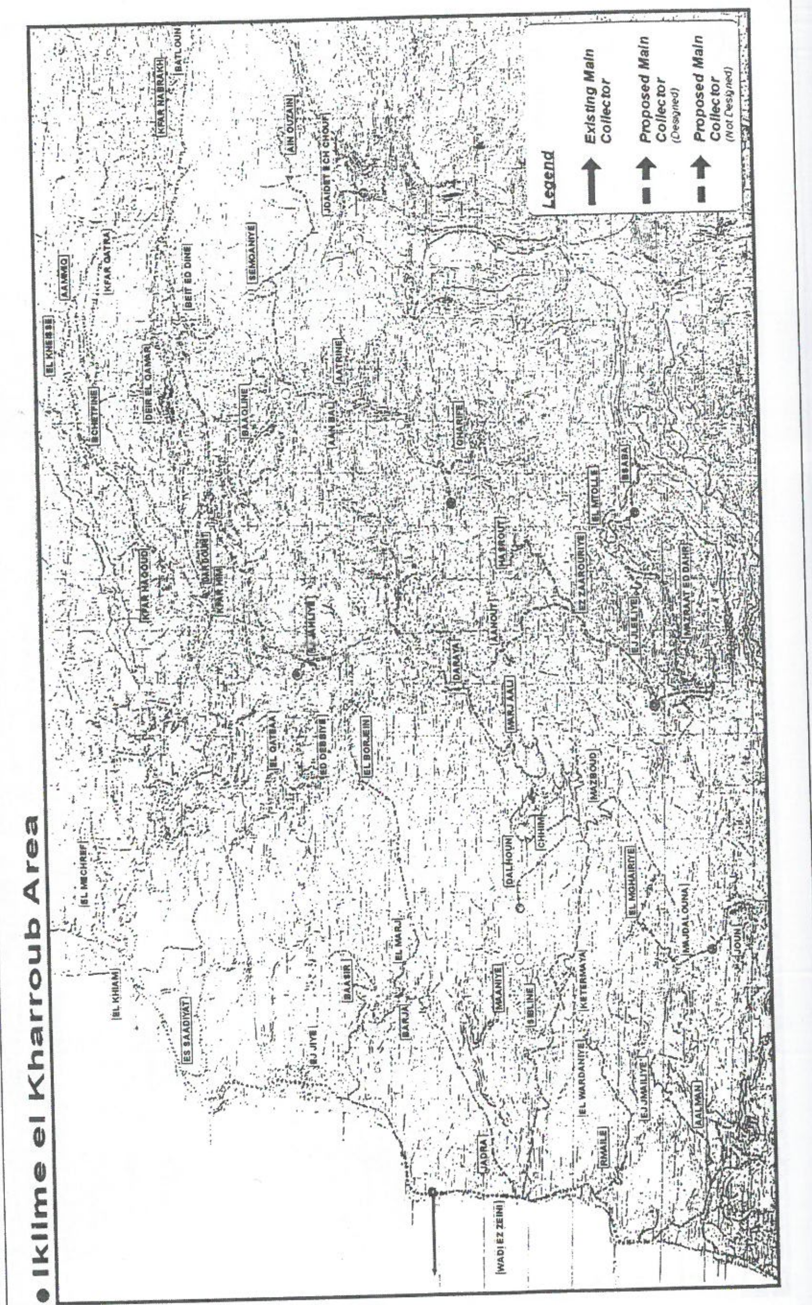
أن الخطوات المتخذة حتى اليوم من قبل مجلس الإنماء والاعمار، وتلك التي يتم التحضير لها حالياً، سوف تساهم مساهمة فعالة في تحسين وضع الصرف الصحي وحماية البيئة ومصادر المياه وهي الدليل على الصدقية والمسؤولية التي تعتمدها المؤسسات الرسمية لمعالجة هذا الموضوع ان على مستوى المخططات الموضوعة أو على صعيد حسن التنفيذ والمتابعة.

ولكن التقدم في هذا المجال لا يقع فقط على عاتق الإدارات والمؤسسات الرسمية

بل هو رهن أيضاً بتعاون هيئات المجتمع المدني والقطاعات الاقتصادية التي بإمكانها لعب دور مهم في حل مشكلة الصرف الصحي في لبنان.



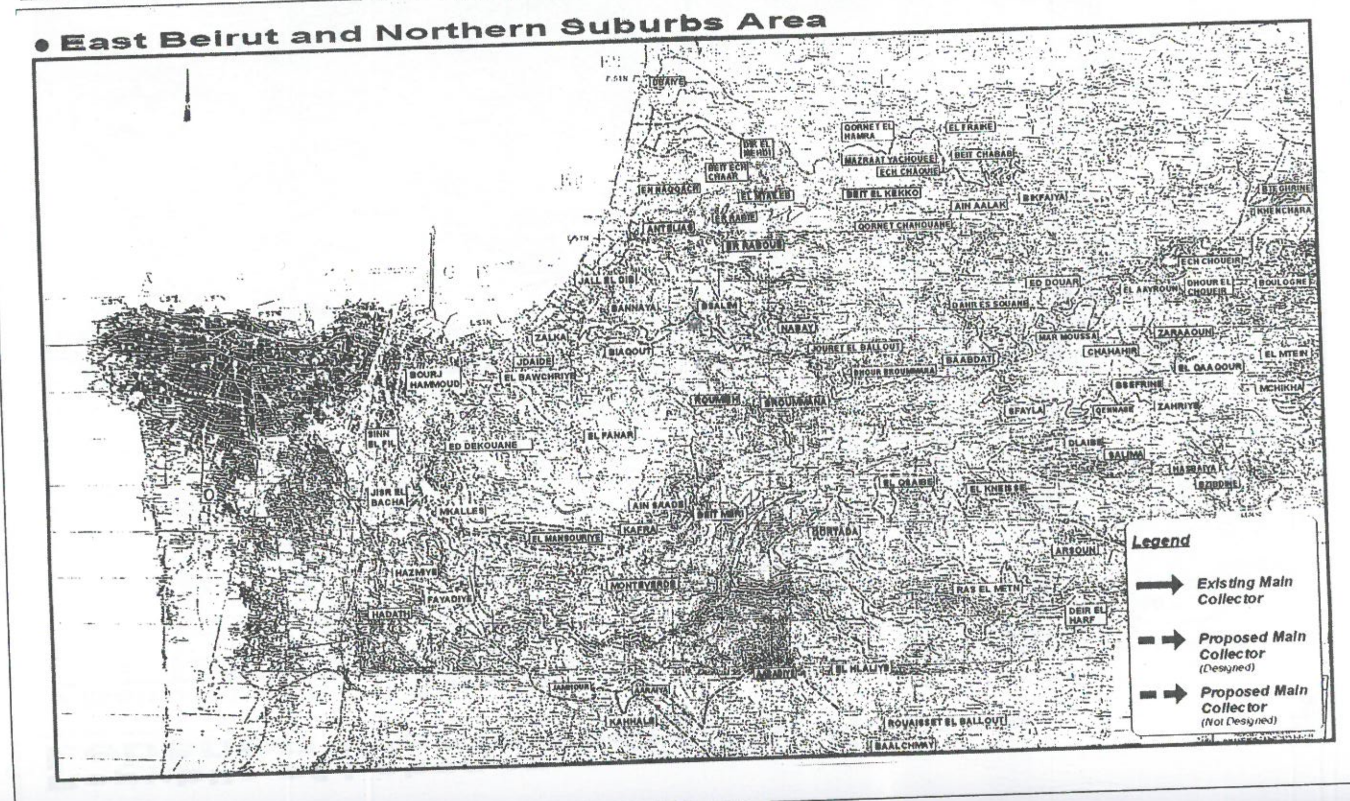



Republic of Lebanon
Lebanon Waste Water Schemes
• Iklime el Kharroub Area
Legend
Existing Main Collector
Proposed Main Collector (Designed)
Proposed Main Collector (not Designed)



Republic of Lebanon
Lebanon Waste Water Schemes

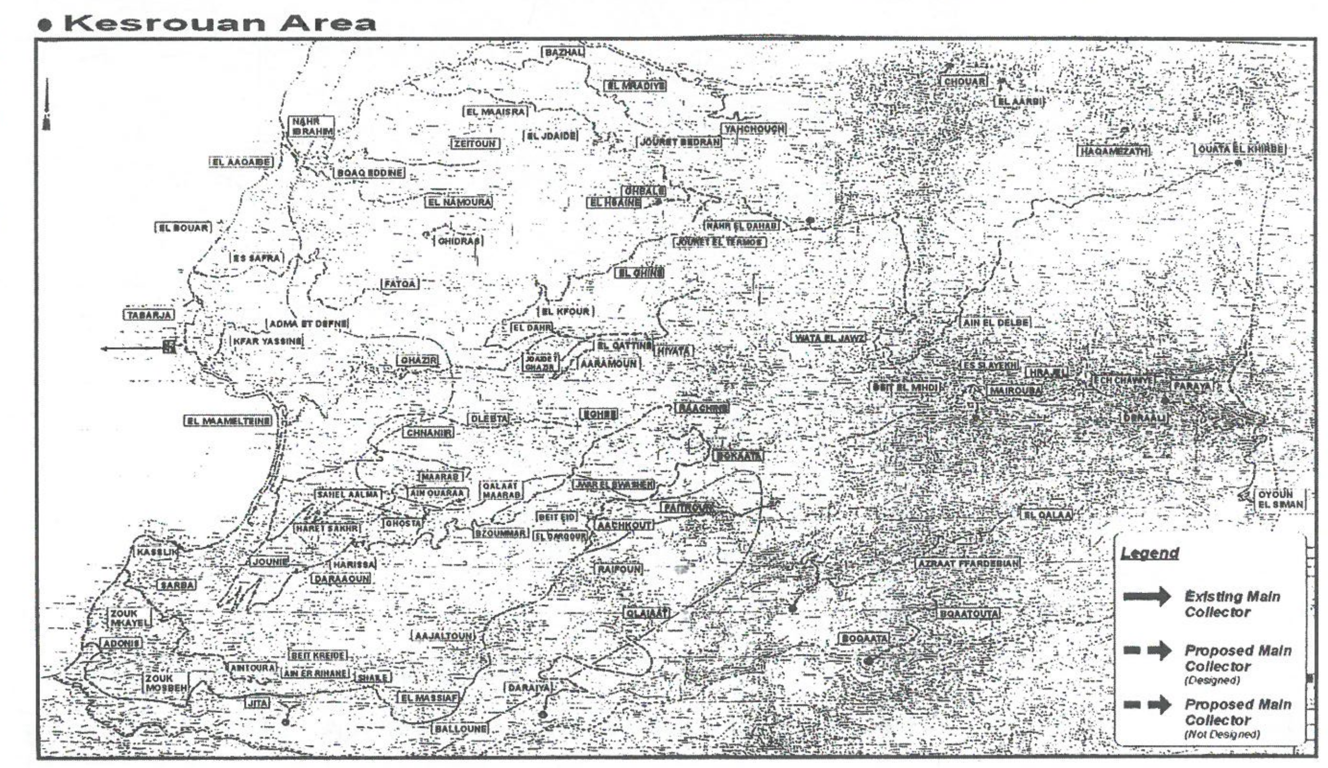
- East Beirut and Northern Suburbs Area

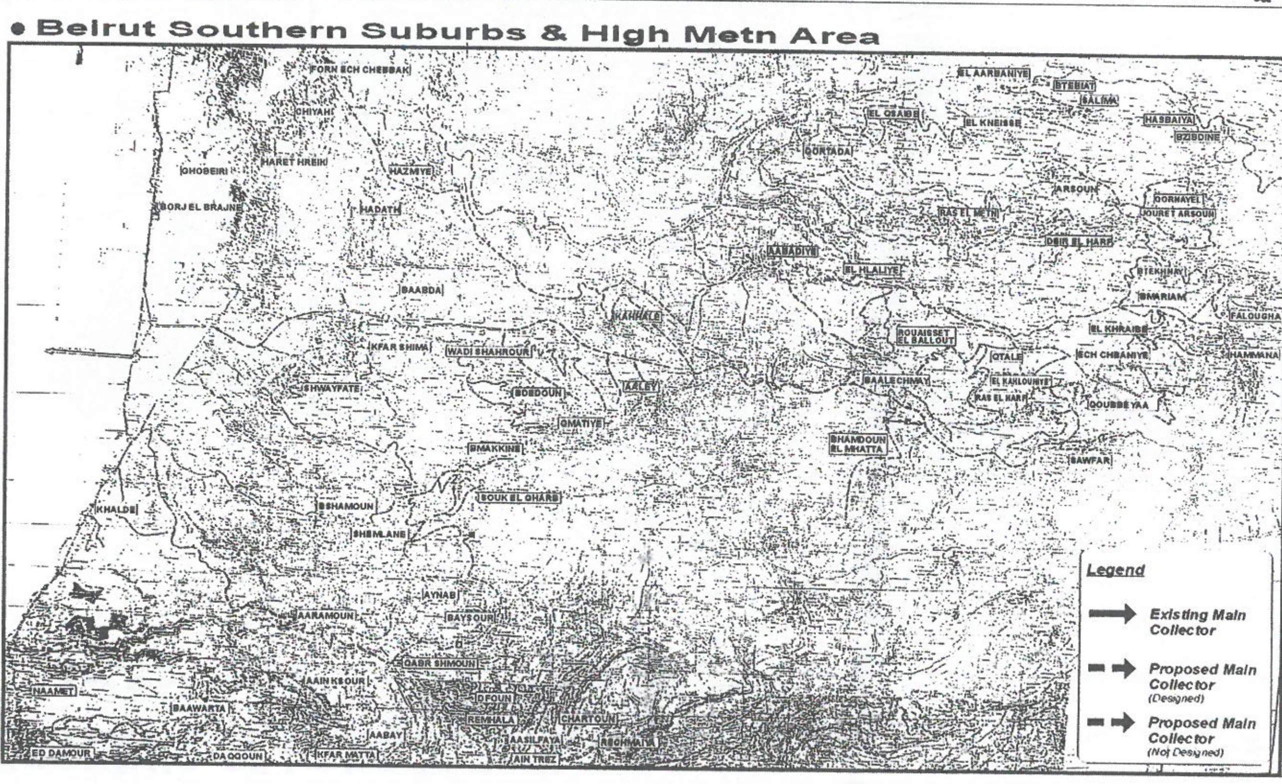




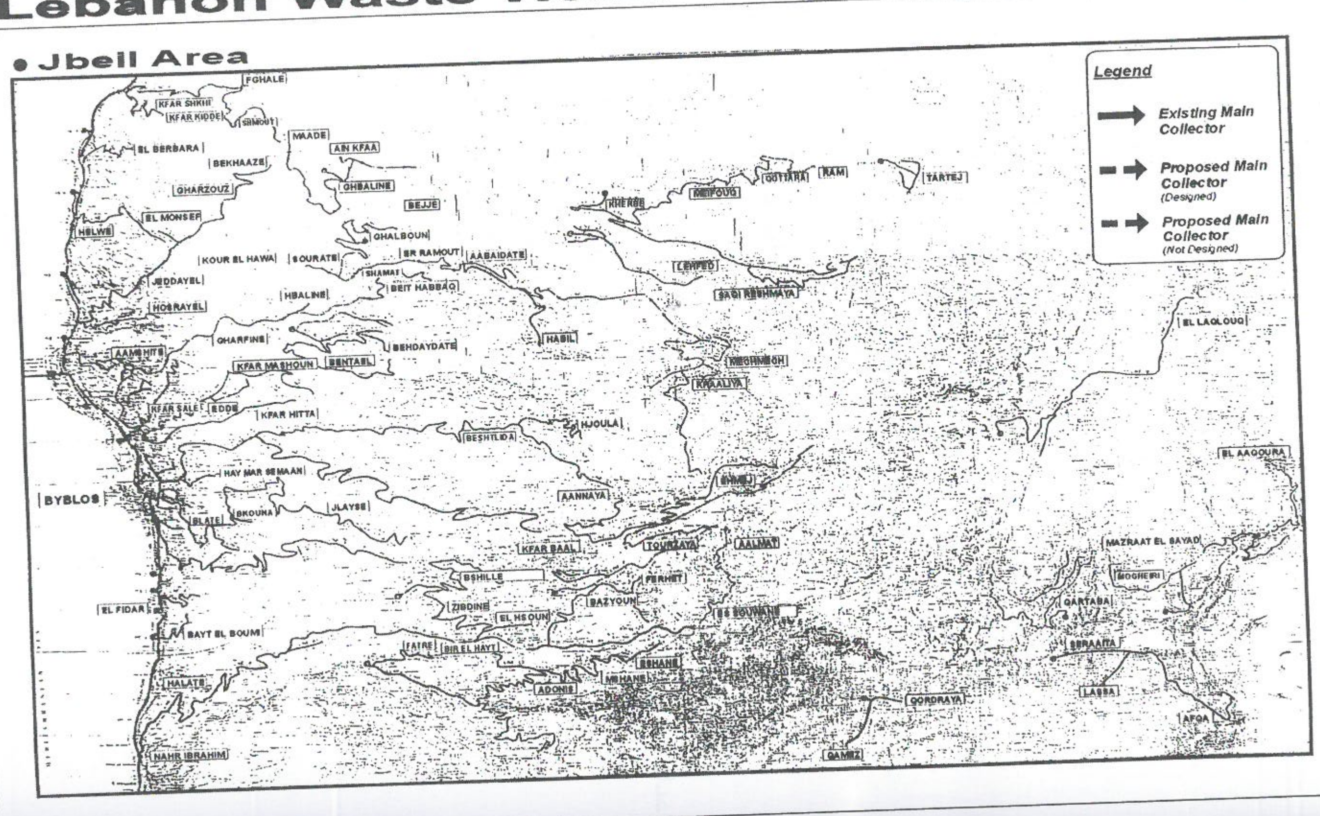
Republic of Lebanon
Lebanon Waste Water Schemes

- Kesrouan Area





Republic of Lebanon
Lebanon Waste Water Schemes
• Beirut Southern Suburbs & High Metn Area
Legend
Existing Main Collector
Proposed Main Collector (Designed)
Proposed Main Collector (Not Designed)
FORN ECH CHEBBAK
CHIYAH
GHOBEIRI
HARET HREIK
BORJ EL BRAJNE
HAZMIYE
HADATH
BAABDA
KFAR SHIMA
WADI SHAHROUR
CHWAYFATE
BSOUS
AALEY
CHMATIYE
BCHAMOUN
SOUK EL GHARB
CHEMLANE
KHALDE
AYNAB
AARAMOUN
BAYSOUR
NAAMEH
BAAWARTA
ED DAMOUR
DAQOUN
KFAR MATTA
AABAY
AIN TREZ
CHARTOUN
EL ARBANIYE
SALIMA
HASBAIYA
EL KNEISSE
ARSOUN
QORNAYEL
QOURNET ARSOUN
EL HLALIYE
FALOUGHA
HAMMANA
CH CHBANIYE
QOUBBEYAA
HAMDOUN
EL MHATTA
SAWFAR



Republic of Lebanon
Lebanon Waste Water Schemes
• Jbeil Area
Legend
Existing Main Collector
Proposed Main Collector (Designed)
Proposed Main Collector (Not Designed)
FGHALE
KFAR SHIKH
EL BERBARA
BEKHAAZ
MAADE
AIN KFAA
GHARZOUZ
GHBALINE
BEJJE
EL MONSEF
HALWE
GHALBOUN
KOUR EL HAWA
SOURATE
JEDDAYEL
HBALINE
BEIT HABBAQ
HOSRAYEL
GHARFINE
BEHDAYDATE
HABIL
AAMCHITE
KFAR MASHOUN
BENTAEL
KFAR HITTA
BESHTLIDA
HJOULA
HAY MAR SEMAAN
BYBLOS
JLAYSE
AANNAYA
KFAR BAAL
TOURZAYA
BSHILLE
ZIBDINE
EL HSOUN
BAZYOUN
FERHET
EL FIDAR
BAYT EL BOUM
HALATE
ADONIS
NAHR IBRAHIM
QORDRAYA
GAMIZ
TARTEJ
RAM
EL LAQLOUQ
EL AAQOURA
MAZRAAT EL SAYAD
QARTABA
LASSA
AFQA

مشاريع الصرف الصحي:

دراسة حالات محددة

إعداد : المهندس حسن جعفر

❖ مهندس مياه جوفية وجيولوجيا منذ ١٩٧٤.
❖ رئيس مصلحة تصحيح المحيط منذ ١٩٩٥ (المصلحة المسؤولة عن مواضيع الصرف الصحي وحماية مصادر المياه في لبنان)

مقاييس ومعايير الصرف الصحي:

سلسلة جبال لبنان من النهر الكبير حتى الناقورة وبنت جبيل ومارون الراس تشكل الشريان الأهم من المساحة اللبنانية الصغيرة. فعلى هذه السلسلة وعند سفوحها مع شاطئ البحر وحدودها المنطقة الممتدة من نبع العاصي في الشمال حتى نبع الوزاني في الجنوب. يسكن تقريباً ٩٠٪ من سكان لبنان. ويرتبط بهذه السلسلة القسم الأكبر من ثروة لبنان المائية، وعلى هذه السلسلة تنتشر غابات لبنان وأماكن السياحة والاصطياف اللبنانية.

عندما نفكر بالمياه المبتذلة أو أي شيء ملوث وضار بالصحة والطبيعة لا بد من الأخذ بالخصائص التي تمتاز بها سلسلة جبال لبنان وبما تشكله لساكنيها ولكل الشعب اللبناني، من موارد مائية واقتصادية وخاصة عندما نعلم ان السياحة والاصطياف وما يرتبط بهما من خدمات وفنادق يشكلون العمود الفقري للإقتصاد اللبناني. كما يشكلون المكانة المميزة للبنان في المنطقة العربية المحيطة والبعيدة، من المحيط الهندي حتى البحر المتوسط.

تكون محافظة جبل لبنان المنطقة الأهم على صعيد السياحة والاصطياف وبالتالي على الاقتصاد اللبناني. كما أنها تحتضن منابع نهر ابراهيم ومغارة جعيتا وينابيعها وينابيع العسل واللبن والباروك والصفا ونهر بيروت، كما انها تمتلك مناطق التغذية الثلجية المائية لهذه الينابيع ولغيرها من ينابيع البردوني وجديتا وقب الياس وعميق وصغبين ومشغرة بالإضافة إلى عشرات الينابيع الأخرى.

عند التفكير بطريقة لمعالجة مشاكل الصرف الصحي كان لا بد من وضع تصب أعيننا المحافظة على مصادر المياه السطحية والجوفية وتقليل إحتمالات تلوثها إلى أقصى الحدود خصوصاً وان الصخور الكلسية الكارستية تشكل القسم الأعظم من التكوينات الحاملة للمياه ومصادر الينابيع المهمة من أعلى القمم حتى الشاطئ.

وهذه الصخور هي شديدة التكسر والتشقق بسبب تاثرها بعشرات الفوالق الجيولوجية، ولذلك فهي شديدة التأثر بالتلوث وخاصة السائل منها مثل مياه الصرف الصحي.

عندما نتكلم عن الصخور الكلسية الكارستية تعتبر مغارة جعيتا أحد أهم الشواهر على هذه الظاهرة الجيولوجية والهيدروجيولوجية وما أكثر هذه الفراغات أو المغاور في الصخور الكلسية وهي دائماً تتصل بالسطح بشقوق وممرات جوفية.

في معالجة الصرف الصحي في لبنان عامة وفي محافظة جبل لبنان خصوصاً تم إعتماد محطات المعالجة الكبيرة واستبعاد المحطات الصغيرة إلى أقصى الحدود للتقليل من إحتمالات التلوث في حال توقف هذه المحطات.

كما إعتمد الشاطئ مواقع أهم وأكبر المحطات التي تم دراستها حتى الآن كمحطات جبيل، كسروان، برج حمود، الغدير والجية، بالإضافة إلى بعض المحطات الأخرى في منطقة الشوف وعاليه والمتن وكسروان وجبيل. فمحطتي برج حمود والغدير سوف تخدمان المناطق الممتدة من حدود المتن الشمالي وحتى حدود بلدة الدامور وبعورتا وتضم عاليه وقسماً من بحمدون وصوفر والمنطقة الممتدة من حمانا حتى بكفيا شمالاً.

فمنطقة جبل لبنان أصبحت مدينة كبيرة بشوارعها والطرق بين مدنها وبلدتها. وقد تواصلت التجمعات السكانية واختفت الحدود بين القرى.

لإقامة هذه المحطات، خطط لإقامة خطوط تجميع كبيرة في الطرقات الرئيسية والمجاري وحيث يمكن ذلك ومن هذه الخطوط: خط نهر فاريا حتى الشاطئ وآخر من بكفيا حتى الشاطئ ليتصل بخط ضبيه برج حمود. خط تجميع في نهر بيروت وروافده حتى برج حمود خط نهر الغدير من عاليه حتى مطار بيروت وخطوط أخرى وسوف تصب هذه الخطوط في المحطات بالجاذبية وتم استبعاد محطات الضخ إلى أقصى الحدود وذلك لمنع احتمالات التلوث وتعطل هذه المضخات باستثناء الشريط الساحلي حيث يمكن إقامة خطوط تصريف احتياطية نحو البحر في حالات توقف محطات الضخ.

ان محطة كسروان ستكون من المحطات الكبيرة نسبياً وسيكون موقعها على شاطئ جونيه. وستخدم المنطقة السكانية الممتدة من فاريا حتى شاطئ البحر على جانبي رافدي نهر الكلب لحماية أكبر مصدر للمياه المعد للشرب في لبنان من مغارة جعيتا والقشقوش ونبعي العسل واللبن.

ان الهدف من إقامة محطة كبيرة لمعالجة مياه الصرف الصحي على شاطئ جونية في طبرجا او غيرها هو حماية مصادر المياه السطحية والجوفية التي تشكل أهم مصدر للمياه المستعملة من قبل المواطنين في منطقة كسروان والمتن ومدينة بيروت.

ان استراتيجية إقامة محطات معالجة مياه الصرف الصحي الكبيرة هي بالإضافة للهدف الأهم وهو للمحافظة على مصادر المياه السطحية والجوفية تدخل العوامل الاقتصادية التي تتمثل بتوفير تكاليف التشغيل والصيانة لهذه المحطات.

كما ان المحطات الكبيرة يمكنها إنتاج غاز الميتان الغاز المنزلي وتحويل الوحل أو السمأة إلى أسمدة زراعية، تعتبر الأكثر صحية للبشر كما للتربة والمحاصيل الزراعية وتخفيف الكلفة على المواطن.

ان حماية المياه الجوفية في منطقة بيروت الكبرى يعد أسمى الأهداف لأن هذه المياه شكلت في فترة الأحداث أهم مصدر تقريباً لمياه الاستعمال من آلاف الآبار المنتشرة من الدامور وحتى نهر الكلب وما وراءهما شمالاً وجنوباً وتستمر المياه الجوفية حتى الآن بتشكيل ٥٠٪ أو أكثر لمصدر مياه الاستعمال. وتكاد كل بناية أو فيلا تمتلك بئر مياه جوفية حيث تتوفر المياه.

يوازي أهمية عوامل المحافظة على مصادر المياه والعوامل الاقتصادية للمحطات المعالجة الكبيرة أهمية المحافظة على شاطئ البحر الذي يضم اهم المنتجعات السياحية من فنادق وأماكن للسياحة والاستجمام والتي تستقطب السواح من مختلف البلدان. وهي منتشرة بكثرة على الشاطئ. لذلك تم اعتماد المصبات البحرية بطول مئات الأمتار داخل البحر إلى ما بعد مرور التيارات البحرية حيث سيتم تصريف المياه الملوثة بعد معالجتها أو في حال توقف طارئ ولأي سبب كان لمحطات المعالجة. كما اعتمدت مراحل المعالجة المتقدمة. المرحلة الثانية Traitment secondaire بدل طرق الترسيب البدائية Lagunages والتي كانت مخططة.

ان المعالجة حتى المرحلة الثانية تؤمن مياه ٩٠٪ نظيفة وخالية من البكتيريا والمواد الصلبة يمكن الاستفادة منها في ري الأراضي والأشجار والحدائق العامة وفي تبريد المعامل الحرارية لإنتاج الكهرباء وتوفير مبالغ كبيرة تدفع في تحلية مياه البحر المالحة وغيرها.

بالإضافة إلى المعايير التي سبق الحديث عنها سيتم إعتماد المحطات المكثفة Compact لتوفير المساحات المشغولة إلى الحدود الدنيا على أن يكون منظر هذه المحطات حضارياً ولهذا سيتم أيضاً معالجة الرائحة إلى درجة أن العاملين فيها سوف لا يشعرون بأي رائحة كريهة.

ان مياه المصانع ومعامل المواد الغذائية ومياه معامل زيت الزيتون وكل المنشاءات التي

يمكن ان ينتج عنها سوائل يمنع وصلها في شبكات مياه الصرف الصحي أو شبكات المجارير قبل تكريرها ومعالجتها حسب مواصفاتها الكيمائية والقلوية وبتطبيق ذلك على مياه الصرف الصحي للمستشفيات فيجب معالجتها قبل وصلها بشبكة المجارير.

ان استراتيجية المحطات الكبيرة والمعالجة حتى المرحلة الثانية، بالإضافة إلى انها تحافظ على المياه والبيئة وبالتالي على الصحة العامة بالإضافة إلى ايجابياتها الاقتصادية سيتم توفير مساحات تقدر بحوالي ٤٠,٠٠٠,٠٠٠ متر مربع تتطلبها المحطات الصغيرة بطريقة المعالجة الأولية بالترسيب والترقيد طريقة Lagunage.

ولو قدر ونفذ هذا النوع من المحطات لتحول لبنان وجبل لبنان بالأخص إلى مناطق تنتشر فيها برك معالجة الصرف الصحي تنشر روائح كريهة في كل مكان. ولكان فقد لبنان وجبل لبنان بالأخص مميزاته السياحية وفقد أهم عناصره الاقتصادية والحياتية.

الندوة الثالثة

عنوان الجلسة:

المياه في محافظة لبنان الجنوبي

❖ **كلمة مدير الندوة**
المهندس أحمد نظام

❖ **المصادر السطحية والجوفية للمياه وحمايتها**
الدكتور حسين الرمال

❖ **مشاريع الري**
المهندس أديب جدع

❖ **مياه الشفة**
السيدة ميرفت كريدية أبو ضاهر

❖ **موضوع الصرف الصحي - مشاكل وحلول**
المهندس اسماعيل مكي

كلمة مدير الندوة

المهندس أحمد نظام
رئيس مجلس إدارة - مدير عام مؤسسة
مياه لبنان الجنوبي

معالي الوزير

أصحاب السعادة، الأخوات والأخوة الحضور،

نتوجه أولاً بالشكر لأعضاء غرفة التجارة والصناعة والزراعة في صيدا ولبنان الجنوبي لاستضافتنا اليوم، كما نتوجه بالشكر لكافة أصدقاء ابراهيم عبدالعال لتنظيمهم هذه الندوة في هذا الوقت بالذات.

فثلاثة عقود هي الفترة الزمنية بين صدور قانون دمج مصالح المياه وصدور مراسيم تعيين مجالس إدارة للمؤسسات العامة الاستثمارية للمياه المنشأة بموجب قانون تنظيم قطاع المياه.

ثلاثون عاماً ونحن اليوم ما زلنا في مرحلة تأسيس الإدارة المتكاملة للمياه.

وان كنا لن نطيل الشرح عما عانته مصالح المياه على مستوى الوطن عامة وفي جنوبنا خاصة من الشغور في ملاكاتها التي لم تحدث رغم مرور عقود على وضعها، لكنه يتوجب الإشارة الى مجموعة من الملاحظات:

أولاً: لا بد من التنويه بالجهود التي قام بها مدراء المستخدمون وعمال مصالح المياه في الجنوب رغم كل الظروف الاستثنائية وبالإمكانيات القليلة المتاحة من وارداتها التي انخفضت بسبب الإعفاءات لما يزيد عن ٥٠٪ من قرى ومدن الجنوب. وانه ليشرف حقاً ان تكون عاصمة الجنوب - صيدا هي الأولى التي اعتمدت قاعدة التوزيع بالعداد بدلاً من العيار كخطة رائدة يجب اعتمادها لاحقاً على كامل نطاق المؤسسة، بحيث يتحسس المواطن ان للمياه كلفة يجب دفعها عند استخدامها.

ثانياً: ان الظروف التي مرت على الساحة الجنوبية والتي دفعت بالبعض للتخلي عن الدور الواجب ان يقوموا به، حسب القوانين والأنظمة، من إعداد المخططات التوجيهية ورسم السياسة المائية، وهي من مهام المديرية العامة للموارد المائية والكهربائية، وليست من مهام مصالح المياه سابقاً. ان هذا الانكفاء او الاعتزال أدى الى عشوائية في استعمال المصادر المائية والجوفية

منها تحديداً، مما يستدعي إعادة النظر سريعاً باستثمار الآبار الأرتوازية والتي بات عددها يقارب عدد القرى والبلدات الجنوبية.

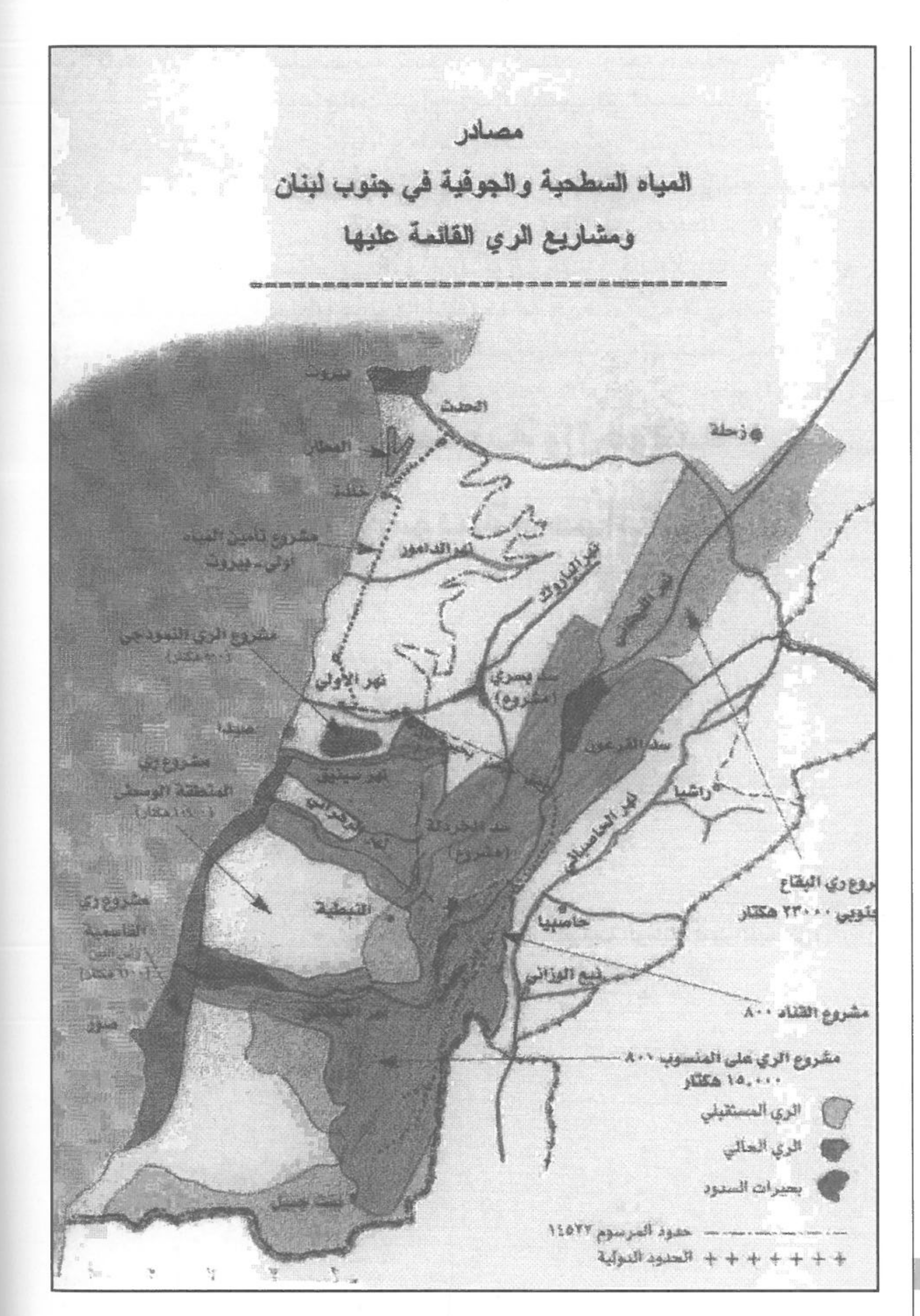
ان مؤسسة مياه لبنان الجنوبي تضع في برنامج أولوياتها عند مباشرة عملها وضع المخطط التوجيهي لاستغلال المياه السطحية أولاً وإعادة تغذية الطبقات الجوفية تمهيداً لتنظيم استثمارها عند الحاجة ثانياً.

وان كنا لا نريد الإطالة عليكم كي يلتزم المحاضرون أيضاً بالوقت المحدد لهم، فالمدخل الأساسي للعمل الصحيح هو معرفتنا الدقيقة والعلمية لمصادرنا السطحية والجوفية وسبل حمايتها كي نحسن استخدامها، ونترك المنبر للزميل الدكتور حسن رمال رئيس المصلحة الفنية في المصلحة الوطنية لنهر الليطاني.

المصادر السطحية والجوفية للمياه الجنوبية وحمايتـها

إعداد: المهندس حسين الرمال

- مهندس زراعي
- دكتوراه في اقتصاد التنمية
- دبلوم في التعاون الزراعي
- دبلوم في الاقتصاد الريفي
- رئيس المصلحة الفنية (في المصلحة الوطنية لنهر الليطاني)



أيها الحضور الكرام،

قبل الحديث عن المياه في الجنوب. لا بد من الاشارة الى ثلاث ملاحظات أساسية:

❖ الملاحظة الأولى :

باستثناء نهر الحاصباني الذي تجري مياهه باتجاه فلسطين المحتلة ، لا يوجد اصلاً في منطقة الجنوب منابع لانهار كبيرة أو خزانات جوفية مهمة فنهر الليطاني الذي يقسم الجنوب الى جنوبين يتجمع الجزء الاساسي من مياهه في بحيرة القرعون. ويقع هذا الخزان الكبير عمليا على سطح الجنوب ومن المفروض أن تستعمل مياهه بالاولوية للمقيمين تحت سقفه.

فاذا أشبعت حاجات الجنوب من المياه تعطى الكميات الاضافية بالاولوية للمناطق المجاورة لمجرى النهر.

❖ الملاحظة الثانية :

من هذا المنطلق تصبح الاولوية بالاستفادة من مياه النهر للأراضي الواقعة داخل الامتداد الجغرافي للحوض الطبيعي ولا يصح من الوجهة الفنية والاقتصادية والسياسية تحويل مياه النهر الى خارج حوضه حتى في حالات الاستغاثة ، قبل ان تشبع حاجات الاراضي والسكان في منطقة الحوض.

❖ الملاحظة الثالثة :

يجب اعطاء الاولوية في استخدام المياه للري وبعدها يمكن ان تستعمل لانتاج الطاقة أو لسد حاجات السكان من مياه الشفه ، تماماً كالسياسة التي تتبعها الادارة الحالية لمصلحة الليطاني.

فاستعمال المياه لأغراض انتاج الطاقة الكهربائية أو لأغراض أخرى غير ري الاراضي يمكن ان يحقق مكاسب مادية آنية ولكنه ، على المدى البعيد ، وعلى مستوى التنمية الاقتصادية يشكل خسارة وطنية.

ان تنفيذ مشاريع الري الكبرى في المناطق البعلية يحقق مجموعة من الأهداف يمكن تلمسها على مستويات عدة :

❖ **على المستوى الاجتماعي**

إن ري الاراضي يحقق الاستقرار الاجتماعي والبقاء على الارض وخلق فرص عمل جديدة لوقف موجة الهجرة الريفية الى المدن

❖ **على المستوى الاقتصادي**

إن ري الاراضي يؤدي الى زيادة الانتاج وتعظيمه بنسبة ٥ الى ٦ اضعاف عما هو عليه في الاراضي البعل وهذه الزيادة تسهم في تحقيق الاكتفاء الذاتي وترفع المداخيل الزراعية بمعدلات قياسية.

ناهيك عن دور مشاريع الري في تعميم الخضرة وتحسين المنظر الطبيعي وإعادة التوازن الطبيعي الى مناطق الريف.

انطلاقاً من هذه الاعتبارات يمكن عرض الموضوع تحت ثلاثة عناوين :

العنوان الاول : مصادر المياه (السطحية والجوفية)

والعنوان الثاني : المشاكل التي يتعرض لها قطاع المياه

العنوان الثالث : حماية مصادر المياه

١ـ مصادر المياه في لبنان والجنوب

قبل الحديث عن المياه الجنوبية لا بد من إعطاء لمحة سريعة عن الثروة المائية في لبنان.

١.١ الثروة المائية /السطحية والجوفية/ في لبنان

١. الثروة المائية في لبنان

الميزان المائي العام في لبنان Bilan hydrologique General

ـ معدل تساقط الأمطار السنوي : ٩٢٠٠ مليون متر مكعب في السنة

❖ الفواقد بعامل التبخر (par / Evapotranspiration)

٤٤٠٠ مليون م٣ = ٤٨٪

❖ حجم المطر الصافي (Pluie Nette) ٤٨٠٠ مليون متر مكعب = ٥٢٪

ـ جريان جوفي = ٣٠٠٠ مليون م٣ أي (٦٣٪)

ـ جريان سطحي = ١٨٠٠ مليون م٣ أي (٣٧٪)

مياه تجري خارج الحدود

❖ نحو اسرائيل ٣٤٠ مليون م٣ (سطحي ١٤٥مليون م٣ جوفي ١٩٥ مليون م٣)

❖ نحو سوريا٥٤٠ مليون م٣

❖ مياه ضائعة وينابيع متفجرة في البحر = ١٧٥ مليون م٣

المياه الفعلية القابلة للاستثمار

تبلغ كمية المياه القابلة للاستثمار (فنيا واقتصادياً) نحو ٢٢٠٠ مليون م٣

مياه سطحية = ١٤٠٠ مليون م٣

مياه جوفية = ٨٠٠ مليون م٣

المجموع ٢٢٠٠ مليون م٣

٢ـ مصادر المياه في الجنوب اللبناني

الثروة المائية في جنوب لبنان :

ـ كمية الامطار السنوية = ١٦٠٠ مليون م٣

ـ فواقد بعامل التبخر = ٧٢٠ مليون م٣ (٤٥٪)

ـ كمية المطر الصافي = ٨٨٠ مليون م٣ في السنة

موزعة كما يلي :

ـ مياه سطحية : ٣٧٠ مليون م٣ (٤٢٪)

ـ مياه جوفية : ٥١٠ مليون م٣ (٥٨٪)

ـ مياه عابرة للحدود الجنوبية :

❖ مياه سطحية (حاصباني ـ وزاني ـ سريد) = ١٤٥ مليون م٣

❖ مياه عابرة خارج الحدود بالانسياب الجوفي (INFILTRATION195) مليون م٣

موزعة كما يلي :

ـ انسياب جوفي من حوض (الحاصباني ـ وزاني) = ٥٥,٥ مليون م٣

ـ انسياب جوفي من سفوح جبل الشيخ والعرقوب والسريد = ٥٨ مليون م٣

ـ انسياب من قطاع دير ميماس/ فالق اليمونة / مرج الخيام = ١٢,٢ مليون م٣

- انسياب من قطاع ميس الجبل/عيترون/عين ابل/ رميش/الناقورة = ٣، ٦٩ مليون م٣

مجموع الانسياب الجوفي ١٩٥ مليون م٣

وعليه يصبح مجموع كمية المياه العابرة خارج الحدود الجنوبية :

١٤٥ + ١٩٥ = ٣٤٠ مليون متر مكعب

كما تقدر كمية المياه الضائعة بالتسرب الجوفي الى البحر بحوالي ١٧٥ مليون م٣.
فتصبح بالتالي كمية الفواقد من المياه: **٣٤٠ + ١٧٥ = ٥١٥ مليون م٣**

استنادا الى ما تقدم يمكن تقدير كمية المياه الجنوبية القابلة للاستثمار اقتصادياً بحوالي ٣٦٥ مليون م٣. أي ما يقارب ١٦٪ فقط من الثروة المائية القابلة للاستثمار في لبنان.

وهذه الكمية تلحظها المخططات المائية (الحالية والمستقبلية) للمنطقة الموزعة على المصادر التالية :

المصدر	الكمية
- حصة الجنوب من مياه بحيرة القرعون:	١٢٠ مليون م٣
- سد الخردلي وسد كفرصير:	١٤٠ مليون م٣
- حاصباني وزاني (حصة لبنان):	٤٥ مليون م٣
- مياه جوفية في السهل الساحلي:	٤٠ مليون م٣
- برك رأس العين:	٢٠ مليون م٣
المجموع	**٣٦٥ مليون م٣**

هذه المعطيات تثبت ان الواقع الحالي للثروة المائية المتوفرة في جنوب لبنان يسمح لنا بتسجيل عدد من الملاحظات أبرزها:

١- ان منطقة الجنوب التي تملك نحو ٢٥٪ من الاراضي القابلة للري في لبنان لا يتجاوز نصيبها من الثروة المائية ١٦٪ كما أسلفنا سابقاً. وبذلك يمكن اعتبارها فقيرة بالمياه قياساً على المناطق الزراعية الاخرى.

٢- ان كمية المياه التي تنساب الى اسرائيل بالسيلان السطحي والانسياب الجوفي لا تقل عن ٣٤٠ مليون م٣/سنة وهذه الكمية تعادل تقريبا ما تبقى للجنوب من المياه.

فالسؤال الذي يطرح نفسه الان هو ذو شقين :

الشق الاول: هل تسمح اسرائيل في المدى المنظور ان يستعيد لبنان حصته المشروعة من مياه الحاصباني وبالتالي ان ينفذ المخطط الزراعي في حوض هذا النهر ام انها ستدمر ما ينفذه لبنان من منشآت كما فعلت عام ١٩٦٤؟!

الشق الثاني: هل تطمح اسرائيل بتحقيق حلمها التاريخي بجر قسم من مياه الليطاني تحت عنوان «التواصل بين الحوضين التوأمين» الليطاني والحاصباني وتطبيق مفهوم الحوض المغلق (Le bassin versant fermé)؟!

الجواب على الشق الاول من السؤال : يتعلق بمدى قدرة المجتمع الدولي على تطبيق الانظمة والقوانين المتعلقة بالمياه الدولية . ومدى قدرة استعداد الادارة الزراعية اللبنانية على تحقيق المخطط التوجيهي العائد لحوض الحاصباني.

أما الجواب على الشق الثاني من السؤال فيمكن اختصاره بثلاث لاءات :

- ❖ لا يوجد تواصل بين الحوضين بسبب الاختلاف في المناسيب «في المواقع المتوازية ينخفض حوض الليطاني نحو ١٠٠م عن حوض الحاصباني».
- ❖ لا يجوز أن يتأخر تنفيذ مشاريع السدود القائمة على نهر الليطاني (واطي القرعون) أي سد الخردلي ١٢٨ مليون م٣ وسد كفرصير (١٢مليون) حتى لا تتذرع اسرائيل بأن مياه الليطاني تطلق في البحر / خاصة في حال نجاح مباحثات السلام.

وتبقى لاءا لمقاومة التي «ازالت تلال الأمن المائي» في الطهرة والدبشة وعلي الطاهر وقلعة الشقيف منذ عامين، قادرة على حماية مياه الليطاني ومنع محاولات السطو عليها مستقبلاً.

٣- المشاكل والاخطار التي يتعرض لها قطاع المياه

❖ في مفهوم الثروات الطبيعية تعتبر المياه ثروة وطنية واحدة يصعب تجزئتها باعتبار تداخل الاحواض المائية داخل الوطن وخارجه . لذلك تعتبر المشاكل والاخطار التي تواجهها المياه متشابهة وإن تفاوتت حدتها من منطقة الى اخرى.

وابرز المشاكل التي تتعرض لها مصادر المياه يمكن تلمسها على مستويات عدة :

١.٣ التغيرات المناخية:

التي تسبب خللا في التوازن الطبيعي القائم على معطيات وقواعد مناخية شبه ثابتة.

ومن هذه التغيرات ما طرأ مؤخراً على نظام تعاقب سنوات شديدة الامطار وسنوات شحيحة بوتائر (cycles) شبه منتظمة.

فقد عرف لبنان على امتداد قرن كامل نظاماً مطرياً يتمثل بمرور سنة شحيحة كل سبع سنوات ماطرة وثلاث سنوات متتالية شحيحة كل ثلاثين سنة.

ان هذه القاعدة تبدلت مؤخراً وأدت الى حصول خلل بنيوي في بعض المصادر المائية.

٢.٣ الاستغلال العشوائي الجائر لمصادر المياه

أدى هذا الاستغلال غير العقلاني الى تخريب العديد من الخزانات الجوفية ونضوب عدد من الينابيع الرئيسية والثانوية واختلال في التوازن القائم بين مستوى المياه الجوفية في الخزان الساحلي ومستوى مياه البحر مما سمح بدخول المياه المالحة وتلويث المياه الحلوة.

وقد بلغ هذا الهجوم على المياه أعلى ذروته عندما طرح شعار «البناية مجهزة ببئر ارتوازي» وتبعه شعار أخر : الارض مجهزة ببئر ارتوازي.

وكانت حصيلة تطبيق هذين الشعارين . حفر مئات الآبار في المدن الساحلية الجنوبية ومعظمها يستغل الثروة المائية الجوفية دون ترخيص.

وكذلك حفر ما لا يقل عن ٢٠٠٠ بئر ارتوازي في السهل الساحلي الجنوبي الممتد من نهر سينيق جنوب صيدا حتى بلدة المنصوري جنوباً ومن مستوى سطح البحر غرباً وحتى المنسوب ٢٤٠م شرقاً.

وكان من نتائج هذه الهجمة على المياه :

❖ تحول عدد كبير من المشتركين عن استعمال مياه مشروع ري القاسمية ورأس العين الى استغلال الآبار الارتوازية التي تم حفر معظمها خلال سنوات الحرب الأهلية دون الحصول على ترخيص من الادارة المعنية ويستغل معظمها الطاقة الكهربائية دون مقابل.

وكانت نتيجة هذا التحول انخفاض المساحات المروية خلال الربع الاخير من القرن الماضي ما نسبته ٣٠٪ من مجموع المساحة و خلال هذه الهجمة على المياه الجوفية تمكن الرأسمال الخاص في ظل غياب الدولة وعدم تطبيق القوانين من التوسع افقيا داخل القطاع وخارجه حتى وصل الى المنسوب ٢٤٠م. ومن اهم اخطار هذا التوسع هو الحيلولة مستقبلا دون توسيع قطاع القاسمية باتجاه الاراضي القائمة على المرتفعات الساحلية.. وهو ما يعرف بالمرحلة الثانية من مراحيل تأهيل وتحديث مشروع ري القاسمية ورأس العين بعد الحصول على مصادر اضافية للمياه.

ولم يسلم الخزان الجوفي في سهل البقاع /أعلى القرعون/ من آثار هذه الهجمة حيث ارتفع عدد الآبار الارتوازية الى حوالي ٢٠٠٠ بئر.

وقد أدت هذه الظاهرة الى هبوط خطير في مستوى المياه في الخزان الجوفي ونضوب عدد كبير من الينابيع بما فيها نبع العليق / النبع الاساسي لنهر الليطاني/.

ان انخفاض مستوى المياه في الخزان الجوفي استتبعه تلقائيا انخفاض في مستوى المياه السطحية الجارية في النهر حيث وصل معدل تصريفه الى مستويات متدنية جداً خلال السنوات الأربع الأخيرة. وهذا يعود الى الترابط العضوي القائم بين مستويات / الخزان الجوفي والمياه السطحية تماماً كحالة الضغط عند الانسان فأي ارتفاع في الضغط العالي يجر معه ارتفاع في الضغط الواطي.

ولم تحصل هذه الظاهرة السلبية في القسم السفلي لحوض الليطاني (واطي القرعون) حيث تعادلت هذه السنة قياسات تصريف النهر عند مدخل بحيرة القرعون مع قياساته فوق جسر القاسمية.

وهذه الظاهرة الايجابيةان دلت على شئ فانما تدل على الدور الايجابي الذي لعبته المقاومة بين اسفل القرعون وجسر القعقعية حيث حالت عملياتها المتواصلة خلال سنوات الاحتلال دون تخريب الحوض السفلي للنهر حيث :

- منعت العدو من تنفيذ مخططاته في تحويل مياه النهر إلى فلسطين المحتلة.
- كما منعت الخارجين على القانون من قيامهم بتنفيذ مشروعاتهم في استغلال مياه الحوض بين اسفل القرعون وجسر القعقعية.

٣.٣ هجوم الملوثات على مصادر المياه

لا نملك في تحديد حجم هذه المشكلة سوى مؤشرات أولية حددتها دراسة ميدانية

لظاهرة التلوث في الحوض الأعلى لنهر الليطاني. نفذتها مؤسسة سويدية حديثاً ودامت الدراسة نحو سنة ونصف حيث ادرج التلوث ضمن ثلاث مجموعات من الملوثات:

- **المجموعة الاولى** : مياه الصرف الصحي والنفايات التي تطلقها المدن والقرى والمجمعات السكانية القائمة في الحوض الاعلى للنهر بين نبعه الاساسي وبحيرة القرعون بما فيها القرى والمجموعات السكانية القائمة على الروافد.

- **المجموعة الثانية**: مياه وفضلات ومخلفات المصانع / معامل الورق والمحارم الصحية والبطاريات ومعامل تحويل الانتاج الزراعي (معامل الكونسروة / الشمندر ومعامل الاجبان.. الخ).

- **المجموعة الثالثة**: الملوثات الناتجة عن الاستعمال المتمادي للمبيدات والمواد الكيماوية والمخصبات في عملية الانتاج الزراعي.

٤.٣ المشاكل التي تتعرض لها المياه على الصعيد الاداري

قبل صدور القوانين الأخيرة التي نظمت قطاع المياه في لبنان كان الواقع الاداري لهذا القطاع الحيوي يتميز بتعدد مصادر القرار وتشابك في الصلاحيات بين المؤسسات والمصالح واللجان المتعاملة مع المياه.

وأهم القوانين التي صدرت مؤخراً :

❖ القانون رقم ٢٢١ تاريخ ٢٠٠٠/٥/٢٩ ـ الذي انشأ ٤ مؤسسات عامة للمياه.. وحدد مهمات كل منها وتم توحيد مصالح المياه الاستثمارية في الجنوب في مديرية عامة عرفت بمؤسسة مياه لبنان الجنوبي.

❖ القانون رقم ٢٤١ تاريخ ٢٠٠٠/٨/٧ الذي عدل وصحح بعض احكام القانون رقم ٢٢١.

❖ القانون رقم ٣٧٧ تاريخ ٢٠٠١/١٢/١٤ الذي عدل فقرات المواد (٣ و ١٥) من القانون رقم ٢٢١ تاريخ ٢٠٠٠/٥/٢٩.

واضاف فقرة جديدة متعلقة بمعالجة مياه الصرف الصحي.

غير أن المراسيم التطبيقية لإحكام القوانين الصادرة مؤخراً والمعروفة بـ «تنظيم قطاع المياه» لم تصدر بعد وبالتالي لا يزال موضوع التشابك في الصلاحيات وعدم توحيد القرار بالنسبة لموضوع المياه قائماً وكذلك التشابك القائم بين هذه المؤسسات والمصلحة الوطنية لنهر الليطاني خاصة بما يعود لموضوع مياه الري.

٥ـ٣ على المستوى التشريعي :

ان أهم المشاكل التي تواجهها المياه الجوفية هي :

ـ اعفاء الآبار الارتوازية التي يقل عمقها عن ١٥٠ م ويقل تصريفها عن ١٠٠ م^3.

في اليوم من شروط الترخيص من الادارة المختصة والاكتفاء باعطاء العلم والخبر وتحت غطاء هذا الاعفاء حفرت آلاف الآبار الارتوازية ولم يترتب على اصحابها اية رسوم على الرخصة او على استثمار المياه الجوفية.

والخلاصة انه باختصار شديد يمكن القول أن مصادرالمياه السطحية والجوفية، اللبنانية بصورة عامة، والجنوبية بصورة خاصة، تعرضت خلال سنوات الحرب الأهلية لمجموعة من التعديات.

لعل أبرزهـا:

ـ الهجمة الشرسة على مصادر المياه الجوفية التي تمثلت بحفر آلاف الآبار الارتوازية غير المرخصة. ولم تسلم مصادر المياه السطحية من هذه الهجمة.. وكان من أبرز مظاهرها :

❖ تركيب آلاف محطات الضخ المائي الخاصة على امتداد الأنهر دون الحصول على ترخيص من الادارة المختصة لضخ المياه ودون دفع الرسوم المترتبة على ذلك.

كما سجلت مئات المخالفات على حرم الاقنية والانهر والمجاري الطبيعية وتعمل المصلحة الوطنية لنهر الليطاني على ازالتها عن المنشآت التابعة لها.

❖ تحويل مياه الصرف الصحي والمياه المبتذلة الصادرة عن المدن والتجمعات السكانية ونفايات وفضلات والمصانع ومشاغل الصناعات الغذائية واطلاقها في مجاري الأنهر التي تحول بعضها الى مجارير حقيقية أو مكبات للنفايات.

الى جانب هذه الممارسات الخاطئة تعرضت المياه الجوفية والسطحية مؤخراً لعمليات استغلال جائر سببت انخفاضاً خطيراً في مستوى المياه في الخزان الجوفي. نتج عنه على المستوى الفردي توقف عدد كبير من الأبار الارتوازية وخراب منشآتها وعلى الصعيد العام، الى اختفاء عدد ملموس من الينابيع أو الى دخول مياه البحر الى الخزان الجوفي لتلويثه بالملح.

ان حالة التسيب والفلتان هذه تستدعي تدخل الادارة الزراعية بكافة اجهزتها واتخاذ عدد من الاجراءات والتدابير لوقف هذه الممارسات الخاطئة وتأمين الحماية اللازمة للثروة المائية.

٤- حماية المياه

١.٤ الحماية الادارية والقانونية

بعد صدور القوانين التشريعية الخاصة بتنظيم قطاع المياه / هناك ضرورة ملحة وعاجلة لاصدار مجموعة من المراسيم التطبيقية لوضعها موضع التنفيذ.

وهذه الخطوة الإدارية على أهميتها ، لم تؤد عملياً الى توحيد سلطة القرار وفك التشابك في الصلاحيات وخاصة على صعيد أدارة واستثمار مصادر مياه الري.

ولأن سلطة الترخيص باستخراج المياه محصورة بوزارة الطاقة والمياه فإن ادارة واستثمار مصادر المياه ما تزال موزعة بين مؤسستين عامتين او ثلاث حتى داخل الحوض الواحد ويشكل نهر الليطاني المثل الحي على هذا التشابك حيث تشارك في استثمار مياهه الى جانب المصلحة الوطنية لنهر الليطاني. مؤسستان عامتان هما:

- مؤسسة مياه لبنان الجنوبي ومؤسسة مياه البقاع كما تشكل برك رأس العين نموذجاً آخر للتشابك في الصلاحيات حيث تتوزع سلطة استثمار البرك بين مصلحة مياه جبل عامل التي تضخ المياه لحاجات الشرب والمصلحة الوطنية لنهر الليطاني التي تجر مياه البرك لحاجات الري مع كل ما يترتب على ذلك من منافسة حادة ويومية على الاولويات وخاصة في فترات الذروة.
- وتصبح المنافسة اكثر حدة / في المعركة القائمة بين الآبار الخاصة ومشاريع الري الجماعية التي تديرها وتستثمرها المصلحة الوطنية لنهر الليطاني فالآبار الارتوازية المنتشرة داخل قطاع ري البقاع الجنوبي وداخل مشروع ري القاسمية ورأس العين تشكل منافساً غير شرعي للمشروع العام. يعطل عملياً اطلاق المشروع ويحد من فعاليته.

وهذه المنافسة غير المتكافئة تعود بالدرجة الاولى الى ان سلطة القرار في استثمار المياه الجوفية واستخراجها منوطة مبدئياً بوزارة الطاقة والمياه ولا سلطة للمصلحة الوطنية لنهر الليطاني عليها.

فالمصلحة تحاول حالياً اقناع جمهور المزارعين بوقف ضخ المياه من الآبار الخاصة والتحول الى مياه المشروع العام مستعملة بذلك كافة الوسائل والاغراءات بما في ذلك توزيع المياه مجاناً.. إلا ان الغالبية منهم تتردد حتى الآن في الانخراط في المشروع العام رغم علمهم بأن المياه المضغوطة هي اكثر انتظاماً وتعطي المياه على الطلب.

من هنا ندعو الى اتخاذ تدبيرين أساسين :

❖ **التدبير الاول :**

استصدار قانون تشريعي جديد تناط بموجبه صلاحية ادارة واستثمار قطاع مياه الري. بالمصلحة الوطنية لنهر الليطاني بحيث تصبح المصلحة الوطنية لادارة واستثمار مياه الري في لبنان.

على أن تعطي داخل قطاعات الري التابعة لها صلاحية منع حفر الآبار والزام المشتركين بالانتساب الى مشروعها العام وان يشترط الترخيص بالآبار وبمحطات الضخ المائي التي تصدرها وزارة الطاقة والمياه حصول صاحب الطلب على موافقة مسبقة من المصلحة القيمة على مياه الري في لبنان.

❖ **التدبير الثاني :**

تعديل احكام المرسوم رقم ١٣٠٣٤ تاريخ ١٩٩٨/٩/١١ وخاصة تعديل المواد المتعلقة بشروط الترخيص بحفر الآبار (من حيث العمق والتصريف اليومي) والمواد المتعلقة بالرسوم المفروضة على الترخيص وعلى استثمار الآبار.

على ان يشمل المرسوم الجديد مادة تجعل المصلحة الوطنية لنهر الليطاني مسؤولة عن استثمار مياه الري في لبنان.

الحلول والتدابير الوقائية لحماية المياه

السيطرة على مصادر التلوث

من أهم التدابير المقترحة على هذا الصعيد:

❖ معالجة مياه الصرف الصحي باقامة محطات تكرير للمياه المبتذلة التي تطلقها المدن والتجمعات السكانية.

❖ إنشاء محطات لمعالجة النفايات الصلبة وعدم اللجوء الى الممارسات المتبعة حالياً على هذا الصعيد. حيث تلجأ معظم البلديات الى حرقها عند وصولها الى المكبات أو طمرها في الارض لتتحلل في التربة ولتصبح مصدراً لتلوث المياه والمحيط.

❖ الزام المصانع والمشاغل التي تهتم بتصنيع الانتاج الزراعي وتصنيع الحليب والمسالخ بأن تكون مجهزة بمحطات تكرير لمعالجة المياه الشديدة التلوث الناتجة عن عمليات التحويل.

❖ مراقبة استخدام الادوية الزراعية والمبيدات والاسمدة الكيماوية وتجهيز

الاراضي الزراعية بشبكات بزل صحيحة للحؤول دون تسرب هذه المواد الى الخزان الجوفي.

❖ ويمكن اتخاذ هذه التدابير بتطبيق التشريعات القائمة التي تنظم قطاع المياه وتمنع التعدي عليه.

من هذه الاجراءات الجديدة المقترحة :

❖ عدم الترخيص للمصانع الجديدة إلا اذا كانت مجهزة بمحطات تكرير لمعالجة السوائل الملوثة الناتجة عن تحويل وتصنيع المنتجات الزراعية ومعالجة الفضلات الصلبة ووضع هذه الاجراءات في مقدمة شروط اعطاء الرخصة للمصنع.

❖ الزام البلديات ذات الامكانات المادية ببناء شبكة مجارير صحية مزودة في نهايتها بمحطات تكرير حديثة.

❖ عدم اعطاء رخصة بحفر بئر ارتوازي في المناطق التي يستثمر فيها مشروع ري عام والزام المزارعين بالانخراط في الشبكات الجماعية لوقف استنزاف طاقة المخزون الجوفي.

الخلاصة والتوصيات

الخلاصة

يتبين من هذا العرض السريع الذي يتناول اوضاع المياه الجنوبية ان واقع المصادر محكوم بالاعتبارات التالية :

❖ ٥٩٪ من كمية الأمطار الصافية تذهب خارج الحدود أو باتجاه البحر بالانسياب الجوفي.

❖ عجز واضح في كمية المياه المتوفرة في الجنوب والقابلة اقتصادياً وفنياً للاستثمار قياسا على بقية المحافظات اللبنانية.

❖ المياه الجوفية في السهل الساحلي تعرضت اكثر من غيرها للاستنزاف نتيجة الاستغلال الجائر لطاقة الخزان الجوفي من قبل الرأسمال الخاص الذي تم توظيفه في زراعة الحمضيات والموز.

وأدى الاستغلال العشوائي وغير العقلاني للمياه الجوفية الى انخفاض مستوى المياه في الآبار ودخول مياه البحر اليها خاصة في المناطق الواقعة بين العقبية ومجرى نهر سنيق.

ولم تسلم المياه الجوفية والسطحية من الهجمة المنظمة للملوثات من كافة المصادر

لا سيما مياه الصرف الصحي لمدينة النبطية والقرى الواقعة على التلال المطلة على السهل الساحلي.

يضاف الى ذلك ما تحمله مياه الليطاني من ملوثات انطلاقاً من نقطة تجمعها في بحيرة القرعون.

❖ ويضاف الى ذلك ايضاً الاستعمال المكثف للمخصبات والادوية الزراعية وانتقالها الى الخزان الجوفي بعامل التسرب.

❖ كما تنعكس على المياه الجوفية الآثار السلبية التي يسببها تشعب وتشابك القرارات بين الادارات والمؤسسات المكلفة بادارة واستثمار المياه في الجنوب. ناهيك عن التأثير السلبي للتشريعات والانظمة المتعلقة باستخراج المياه واستثمارها.

التوصيات

بما يعود للاجراءات والتدابير القانونية

تعديل المرسوم الاشتراعي رقم ١٤٥٢٢ تاريخ ١٦/ ٥/ ١٩٧٠المتعلق باقتسام مياه بحيرة القرعون. واعطاء الاولوية لمخزونها للجنوب اولا وللبقاع الجنوبي ثانياً واعطاء الاولوية في استعمال المياه لري الاراضي.

مع اقرارنا بأن مثل هذا التعديل ينعكس سلباً على الشركاء الآخرين باقتسام مياه البحيرة وخاصة:

❖ معامل انتاج الطاقة الكهربائية في معملي الاولي وجون

❖ وعلى مشروع تحويل مياه الليطاني بالجاذبية الى منطقة خلدة (نحو ٧٠ مليون م٣) لسد حاجة مدينة بيروت من مياه الشفة.

ان السياسة المائية الصحيحة التي يجب ان تعتمدها المصلحة الوطنية لنهر الليطاني يجب أن تعيد النظر بالمخططات المائية السابقة للمصلحة وأن تعمل تدريجياً على تهميش استعمال مياه الليطاني لانتاج الطاقة او تشغيلها بطاقاتها الدنيا وحسب توفر المياه في النفق وحوض الاولي.ومجرد تخفيض كمية المياه المخصصة لانتاج الطاقة يصبح مشروع جر مياه الليطاني الى بيروت غير قابل للتنفيذ.

وسيؤمن سد بسري (سعة ١٢٠ مليون م٣) الذي تطرحه المصلحة حالياً هو الحل الانسب لتأمين حاجات العاصمة من مياه الشرب.

ان الادارة الحالية للمصلحة الوطنية لنهر الليطاني هي التي تطرح هذه التوجهات عبر تنفيذ مشاريع الري الواعدة في الجنوب والبقاع الجنوبي. ويمكن لهذه المؤسسة العامة أن تعمم سياستها المائية على بقية المناطق اذا اسندت اليها مهام ادارة واستثمار مياه الري في لبنان.

وختامــاً ،

ننتهز مناسبة الحديث عن مصادر المياه لنطرح على انفسنا مجموعة من الاسئلة ؟

على مستوى تحديد حجم الثروة المائية ومواصفاتها

الجواب اننا انجزنا خريطة هيدرولوجية للبنان عام ١٩٦٧ ثم توقفنا عن متابعة العمل.

وانجزت لنا جمعية أصدقاء عبد العال تأهيل وترميم رزمة من الخرائط الجيولوجية التي مضى على وضعها ٤ عقود ونيف وعلى مستوى الرصد المائي لثرواتنا الطبيعية يتراجع عدد المحطات المركزة على الأنهر والينابيع الى معدل الربع. فهل يعقل ان يغيب الرصد المائي على مجرى الحاصباني وروافده منذ عام ١٩٦٧ بينما يملك العدو محطة حديثة كل بضعة كيلومترات على طول المساحة الفاصلة بين دخوله في الاراضي المحتلة وحتى طبريا والبحر الميت ؟

وعلى مستوى الاستثمار

نتساءل. هل يعقل ان نقول للطامعين بمياهنا اننا نحافظ على ثرواتنا ونمنع وصول انهارنا الى البحر ونحن نملك سدا واحداً ؟ واستراحت الادارة الزراعية عندنا زهاء أربعين سنة لتبدأ بتنفيذ السد الثاني بينما ينفذ المغرب سده العاشر بعد المئة.

والسؤال الأخير الذي نختم به حديثنا هو :

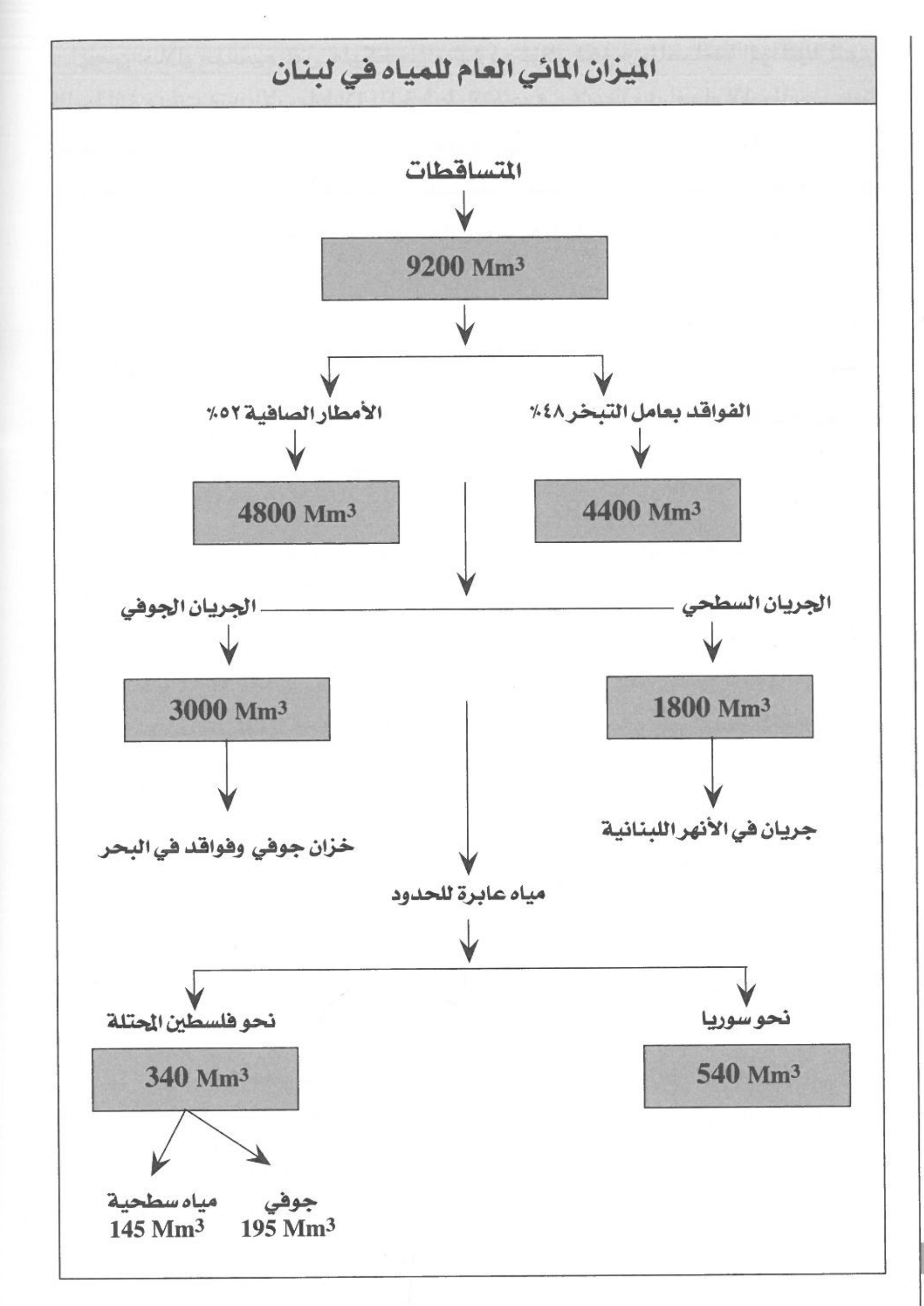
هل يشكل لبنان قصراً مائياً شاهقا كما يدعي الطامعون بمياهه ؟

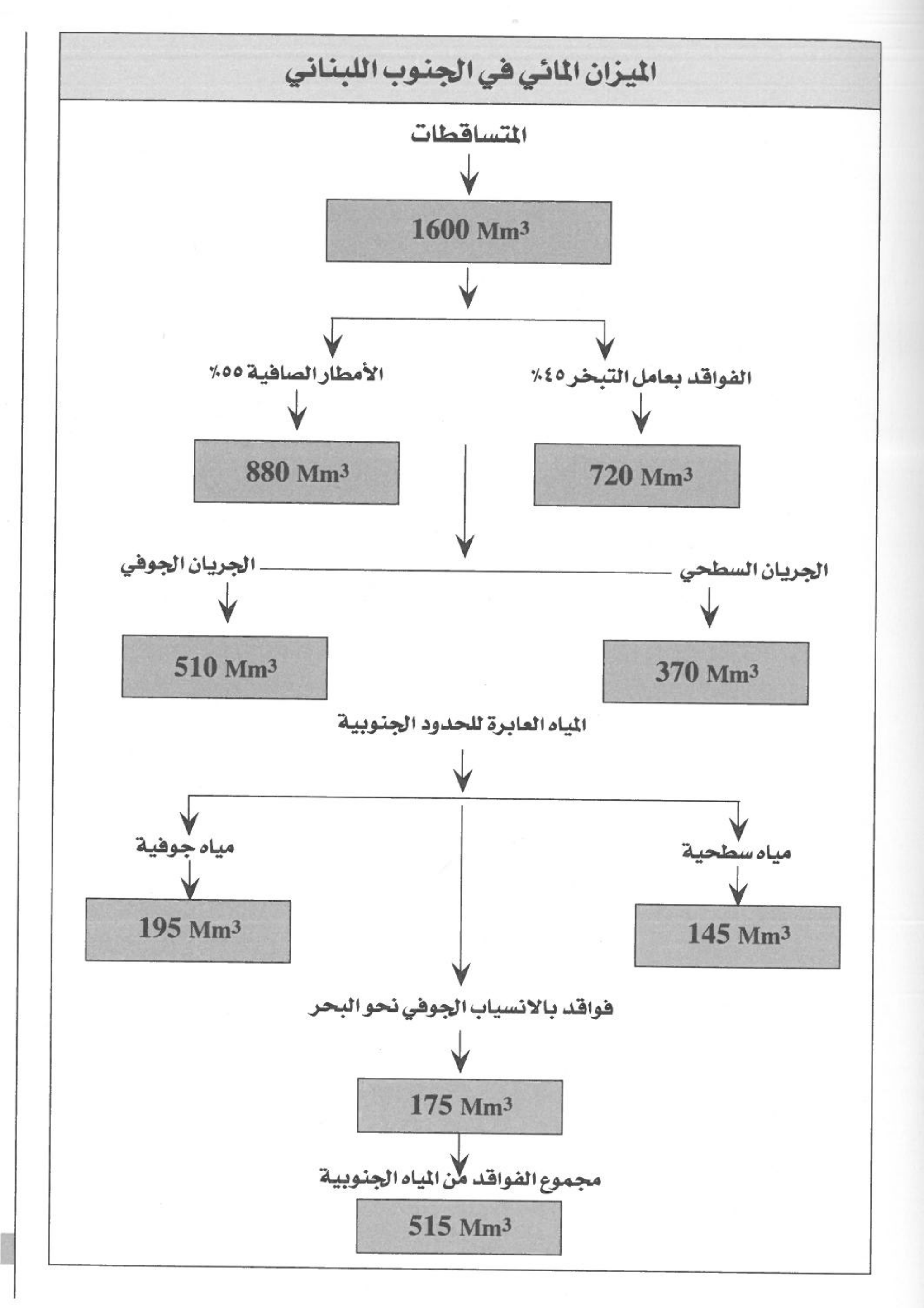
الجواب / اذا كنا كذلك فالافضل لنا ان نردد مع الشاعر :

كالعيس في البيداء يقتلها الظمأ والماء فوق ظهورها محمول

ولكن الارقام التي اوردناها في هذا البحث تثبت اننا قصر مائي ربما نحتفظ بمخزونه للسنوات الشحيحة القادمة.

ومن خلال ما سيعرض عليكم من مشاريع تؤكد لكم ان المصلحة الوطنية لنهر الليطاني بدأت منذ الآن باطلاق المخطط التوجيهي لاستثمار مياه الليطاني. بدءاً بتنفيذ مشروعي العصر : اعني بذلك مشروع ري الجنوب ومشروع ري البقاع الجنوبي. وبتنفيذ هذين المشروعين الكبيرين سيثبت لكم بالملموس ان مياه الليطاني لن تستعمل منذ الان الا لاغراض الري وسد حاجات الجنوب بمياه الشفة والخدمة المنزلية.


الميزان المائي العام للمياه في لبنان
المتساقطات
9200 Mm3
الفواقد بعامل التبخر ٤٨٪
الأمطار الصافية ٥٢٪
4400 Mm3
4800 Mm3
الجريان السطحي
الجريان الجوفي
1800 Mm3
3000 Mm3
جريان في الأنهر اللبنانية
خزان جوفي وفواقد في البحر
مياه عابرة للحدود
نحو سوريا
نحو فلسطين المحتلة
540 Mm3
340 Mm3
مياه سطحية
145 Mm3
جوفي
195 Mm3


الميزان المائي في الجنوب اللبناني
المتساقطات
1600 Mm3
الفواقد بعامل التبخر ٤٥٪
الأمطار الصافية ٥٥٪
720 Mm3
880 Mm3
الجريان السطحي
الجريان الجوفي
370 Mm3
510 Mm3
المياه العابرة للحدود الجنوبية
مياه سطحية
مياه جوفية
145 Mm3
195 Mm3
فواقد بالانسياب الجوفي نحو البحر
175 Mm3
مجموع الفواقد من المياه الجنوبية
515 Mm3

مشاريع الري

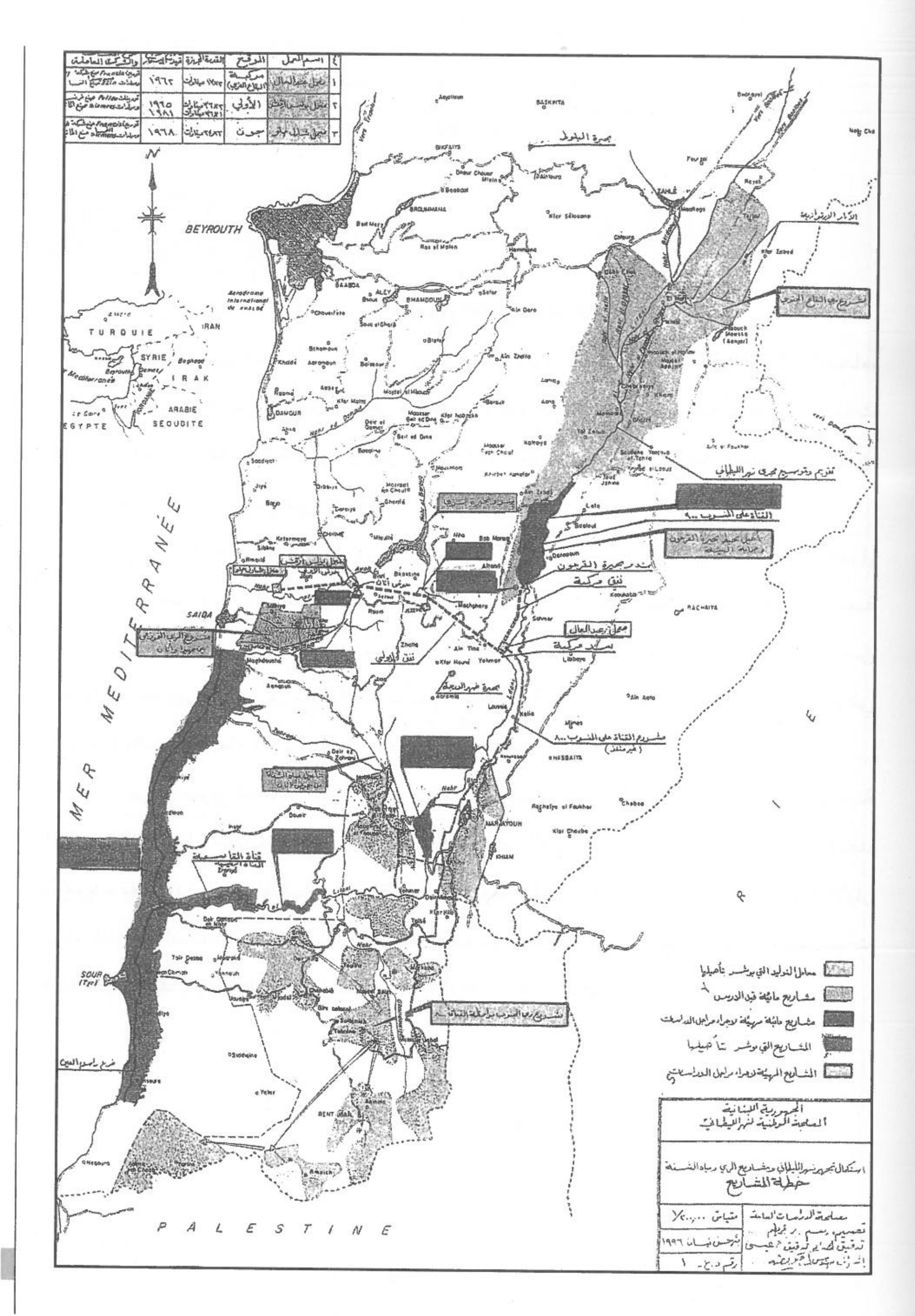
إعداد : المهندس أديب جدع

❖ رئيس مصلحة الدراسات العامة

❖ المصلحة الوطنية لنهر الليطاني

خبير واستشاري انمائي - زراعي

المحتويات الموجزة



تمهيد

قُبلة الوطن الجنوبُ وقُبلة الجنوب الأرض والناس هناك على الحدود.

لهذه الأرض ولهؤلاء الناس المشلوحين وراء شريط أزرق للوطن، يشتاق الماء إلى النماء، وتُرسّم الحدود بالأخضر. طال عطش الأرض وأهلها إلى شرايين التنمية. وبعد أن امتدت شرايين العمران وعادت قبلة الوطن إلى الوطن، جاء الآن دور شرايين الإنماء المائي - الزراعي، ولو سُقيت بعد جفاف أكثر من ربع قرن.

في سياق عجالة بحثٍ عن مشاريع الري في الجنوب، من منبر إبراهيم عبد العال، تُختزل الدقائق وتُقتصر على أول المشاريع ألا وهو مشروع القناة ٨٠٠ الذي سوف يشكّل عصب التنمية لقطاعات الري الحدودية للعشر سنوات القادمة والذي تأمن تمويل مرحلته الأولى من الصناديق العربية، على أن تنطلق الخدمات الهندسية الاستشارية التنفيذية للمشروع في الفصل الثالث من العام الحالي وأولى عقود الأشغال في الفصل الأول من العام القادم.

بعد عرض سريع لمصادر التربة والمياه في الجنوب وللمخطط التوجيهي لمشاريع التنمية المائية - الزراعية المتكاملة المبنية على مصادر حوضّي الليطاني والأولي بشكل أساسي ، وبعد التعريف بمشاريع الري القائمة والمنجزة حديثاً، وبوضعية الواقع الراهن للري الفردي من الآبار وتقاطعه مع استثمار هذه المشاريع، سلباً وإيجاباً، يتركز البحث على التعريف بمعطيات وخصائص وكلفة ومردود مشروع القناة ٨٠٠، كونه المشروع الأهم وموضوع الساعة.

رئيس مصلحة الدراسات العامة
في المصلحة الوطنية لنهر اللبطاني

المهندس أديب جدع

جدول رقم ١

مصادر المياه المتاحة للاستغلال في حوضّي الليطاني والأولي خلال فصل الجفاف مع فرضية التأمّن ٩ على ١٠

المصدر	منشأة المصدر	الوضع الحالي	الخصائص (حجم التخزين) مليون م٣	الكمية المتاحة (مليون م٣/سنة)
السدود التخزينّية	سد القرعون	قائم منذ العام ١٩٦٤	٢٢٠	١٦٠
	سد الخردلي	دراسة أولية	١٢٨	٨٥
	سد كفرصير	دراسة مبدئية	١٢	١٠
	سد بسري	دراسة نهائية	١٢٨	١٠٦
			٤٨٨	٣٦١
الأحواض الجوفية	البقاع الجنوبي	استثمار مكثف عن الآبار الخاصة	الأيوسيني الجوراسي السيناومائي	٧٥
	الجنوب الوسيط	استثمار معتدل من الآبار الخاصة	الطباشيري الأوسط	٥٠
				١٢٥
الينابيع الرئيسية ومصادر مختلفة	عين الزرقا	محول إلى حوض أنان		٣٠
	نفق الأولي	محول إلى حوض أنان	تغذية جوفية	١٠
	ينابيع المطرّية في حوض القاسمية لدى المصب	ضخ جزئي الى مشروع ري القاسمية		٢٠
	ينابيع علمان في حوض الأولي الأسفل			٥
				٦٥
المجموع				**٥٥١**

جدول رقم ٢ **توزيع مصادر المياه المتاحة من مصادر الليطاني والأولي للري ومياه الشرب خلال سنة وسيطة مع فرضية تردد ٩ سنوات خلال ١٠ (مليون م٣/سنة)**

وجهة الاستعمال	المشروع	الوضع الحالي	مصادر المياه المتاحة							المجموع
			سد القرعون	سد الخردلي	سد كفرصير	سد بسري	عين الزرقا ونفق الأولي	مياه جوفية	ينابيع	
الري	البقاع الجنوبي: الضفة اليسرى (٨٧٠٠ هكتار)	قيد التنفيذ	٣٠	-	-	-	-	١٢	٢	٤٤
	البقاع الجنوبي: المنطقة الشمالية واليمنى (١٢٨٠٠ هكتار)	دراسة الجدوى	-	-	-	-	-	٦٣	٣١	٩٤
	النموذجي صيدا - جزين (١٢٠٠ هكتار)	قائم (٣٠٠ هكتار)	٨	-	-	-	-	-	-	٨
	القناة ٨٠٠ (١٤٧٠٠ هكتار)	قيد التمويل	٨٩	-	-	-	-	-	-	٨٩
	قناة أنان - النبطية (٣٥٠٠ هكتار)	دراسة أولية	١٣	-	-	-	١١	-	-	٢٤
	الجنوب الوسيط (٩٠٠٠ هكتار)	دراسة مبدئية	-	٥٩	-	-	-	-	-	٥٩
	الجنوب الساحلي (٢٠٠٠ هكتار)	دراسة مبدئية	-	-	١٠	-	-	٣	-	١٣
	القاسمية - رأس العين (٦١٠٠ هكتار)	قائم	-	١٨	-	-	-	٢٧	-	٤٥
	المجموع		١٤٠	٧٧	١٠	-	١١	١٠٥	٣٣	٣٧٦
الشرب	خط الأولي - بيروت الكبرى	دراسة نهائية	-	-	-	٩٣	-	-	-	٩٣
	القناة ٨٠٠	قيد التمويل	٢٠	-	-	-	-	-	-	٢٠
	قناة أنان - النبطية	دراسة أولية	-	-	-	-	١٨	-	-	١٨
	خط إقليم الخروب الأوسط	دراسة أولية	-	-	-	١٣	-	-	-	١٣
	خط صيدا الكبرى	دراسة أولية	-	-	-	-	١١	-	-	١١
	الجنوب الوسيط	دراسة مبدئية	-	٨	-	-	-	٢٠	٧	٣٥
	المجموع		٢٠	٨	-	١٠٦	٢٩	٢٠	٧	١٩٠
المجموع العام			١٦٠	٨٥	١٠	١٠٦	٤٠	١٢٥	٤٠	٥٦٦

ملاحظة: إن الفارق بين التوزيع والمصادر ٥٦٦ ـ ٥٥١ = ١٥ مليون م٣/سنة يمثل ينابيع رأس العين ـ الرشيدية التي تزود مشروع ري القاسمية ـ رأس العين

المؤشرات الرئيسية

أولاً: مشروع الناقل ٨٠٠

١ـ١ـ معلومات عامة

ـ **منطقة المشروع:** تمتد من معمل مركبا شمالاً إلى الحدود الدولية جنوباً وتشمل الهضاب الممتدة بين المناسيب ٨٠٠ و٤٠٠ متر في محافظتي النبطية والجنوب.

ـ عدد قطاعات الري: ١٢ قطاع

ـ المساحة القابلة للتجهيز: ١٤٧٠٠ هكتار

ـ المساحة القابلة للري: ١٣٢٣٠ هكتار

ـ عدد القرى والبلدات ضمن قطاعات الري: ٧٦

ـ عدد القرى والبلدات التي ستزود بمياه شرب إضافية: ٧٦ + ٢٣ = ٩٩

ـ عدد السكان الحاليين في منطقة المشروع (عام ٢٠٠٠): ١٣٩٧٨٨ مقيم من أصل ٣٣٤٥١٥ مسجل.

ـ عدد السكان الذين سيزودون بمياه الشفة الإضافية عام ٢٠٣٠: ٥١٧٧٤٧ نسمة.

ـ مصدر المياه: جر بالجاذبية من بحيرة القرعون.

٢ـ١ أعمال المرحلة الأولى: إنشاء الناقل الرئيسي ٨٠٠ والفروع الثانوية

ـ القناة الرئيسية: بطول ٥٢ كلم (نفقان وأنابيب مضغوطة وقناتان مكشوفتان)

ـ الفروع الثانوية: بطول ٦٩ كلم (نفق وأنابيب و١٢ خزان و٧ محطات ضخ)

ـ كمية المياه المنقولة بنهاية استثمار المشروع: ٩٠ مليون م٣/سنة للري و٢٠ مليون م٣/سنة للشرب

ـ مهل التنفيذ بما فيه الدراسات التنفيذية: ٥ سنوات ونصف ابتداء من ٢٠٠٢/٤/١ وانتهاء بـ ٢٠٠٧/١٠/١

ـ تكاليف إنشاء الناقل ٨٠٠: ١٠٨,٨٤ مليون دولار

ـ تكاليف إنشاء الفروع الثانوية: ٥١,٥٠ مليون دولار

ـ تكاليف الخدمات الفنية الهندسية وإدارة التنفيذ والدعم المؤسسي: ١٣,٩٠ مليون دولار

ـ تكاليف الاستملاكات: ٣,٩٠ مليون دولار

ـ **إجمالي التكاليف الأساسية: ١٨٧,١٤ مليون دولار**

ـ الاحتياطي: ٣٢,٠٠ مليون دولار

ـ الضرائب والرسوم: ٦,٦٤ مليون دولار

- إجمالي تكاليف المرحلة الأولى: ٢١٦.٧٨ مليون دولار

- تمويل المرحلة الأولى: قرض الصندوق العربي للإنماء الإقتصادي والإجتماعي: ١٠٠ مليون دولار

قرض الصندوق الكويتي للتنمية الاقتصادية العربية: ٦٥ مليون دولار

مساهمة الحكومة اللبنانية: ٥٢ مليون دولار

١-٣- أعمال المرحلة الثانية: شبكات التوزيع واستصلاح الأراضي وتجهيز الحيازات الزراعية بمعدات الري.

- مهل التنفيذ والدراسات: ٥ سنوات ونصف إعتباراً من ٢٠٠٢/٤/١ وانتهاء بـ ٢٠٠٧/١٠/١

- إجمالي التكاليف الأساسية: ١٩٢،١٨ مليون دولار

- الاحتياطي: ٤٢,٨٦ مليون دولار

- الضرائب والرسوم: ٧,٤٣ مليون دولار

- إجمالي تكاليف المرحلة الثانية ٢٤٢,٤٧ مليون دولار

- التمويل: مرتقب بقروض من الصندوق العربي والصندوق الكويتي مع مساهمة الحكومة اللبنانية.

١-٤- إجمالي تكاليف مشروع الناقل ٨٠٠ بمرحلتيه: ٤٥٩,٢٧ مليون دولار

ثانياً: مشروع الناقل أنان ـ النبطية

- جر مصادر مياه بحيرة القرعون إنطلاقاً من حوض أنان بالجاذبية بواسطة قناة مكشوفة وأنابيب إلى مناطق الزهراني والنبطية.

- ري ٣٥٠٠ هكتار في قطاعي الزهراني والنبطية وتزويد مياه شرب إضافية.

- ري ١٢٠٠ هكتار في قطاع الأولي ـ السينيق: تأهيل واستكمال تجهيز مشروع الري النموذجي.

- القرى المستفيدة: للري: ٢٩، للشرب: ٢٩+١٧= ٤٦

- المهل التقديرية للدراسات التنفيذية والتنفيذ: ٤ سنوات.

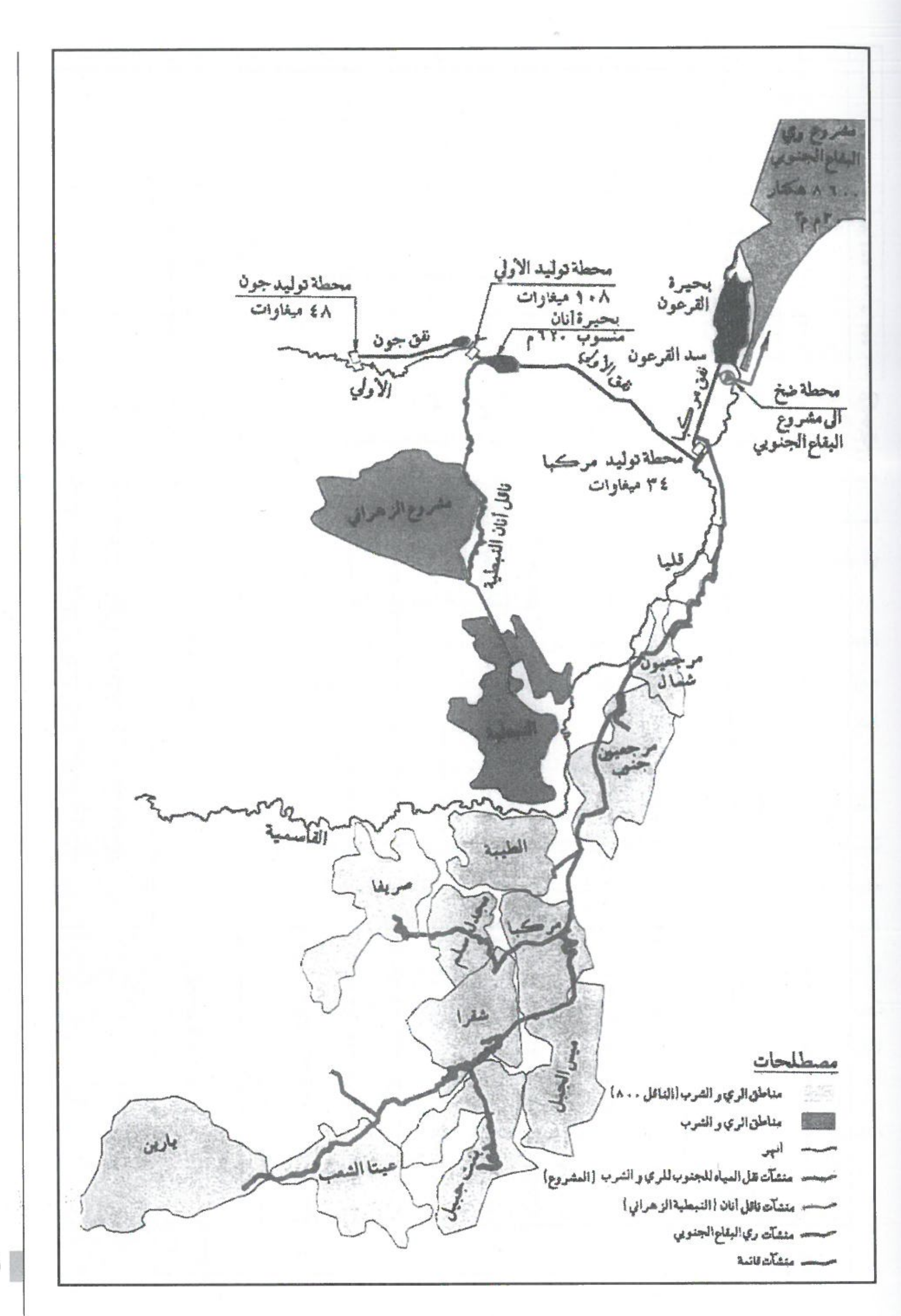
- الكلفة التقديرية لمشروع الناقل الجنوبي أنان ـ النبطية: ٧١,٢١ مليون دولار.

- الكلفة التقديرية لمشروع الناقل الفرعي الشمالي أنان ـ إقليم الخروب (فرع إقليم الخروب الأوسط لمياه الشرب): ٣٣,٦٤ مليون دولار.

- إجمالي تكاليف مشروع الناقل أنان ـ النبطية: ١٠٤,٨٥ مليون دولار للري ومياه الشرب.

- التمويل: مرتقب بقروض من الصندوق العربي والصندوق الكويتي وبمساهمة الحكومة اللبنانية.

ملحق خريطة موقع.



مشروع حوض أنان المتكامل للري ومياه الشرب
الخصائص والكلفة والمهل التقديرية

رقم البند	الأقسام والأشغال	الوضعية الحاضرة	المهل التقديرية (شهر)		الكلفة التقديرية (دولار اميركي)			المجموع (دولار اميركي)
			دراسات	تنفيذ	دراسات	تنفيذ	إشراف وخدمات هندسية	
١	مضاعفة طاقة تخزين حوض أنان	دراسة مبدئية	١٠	٢٠	١١٠.٠٠٠	٢,٦٤٠,٠٠٠	١١٠,٠٠٠	٢,٨٦٠,٠٠٠
٢	المسوحات الطوبوغرافية والمقاربة لقناة أنان ـ النبطية	ملف التلزيم قيد الإعداد من قبل استشاري القناة الحالي	-	١٠	-	٤١٠,٠٠٠	-	٤١٠,٠٠٠
٣	الاستقصاءات الجيوتقنية والجيوفيزيائية لقناة أنان ـ النبطية	ملف التلزيم قيد الإعداد من قبل استشاري القناة الحالي	-	١٢	-	٧٦٠,٠٠٠	-	٧٦٠,٠٠٠
٤	الدراسات التنفيذية وملفات التلزيم لقناة أنان ـ النبطية	ملف التلزيم قيد الإعداد من قبل استشاري القناة الحالي	٢٠	-	١.١٧٠.٠٠٠	-	-	١,١٧٠,٠٠٠
٥	تنفيذ قناة أنان ـ النبطية	مرتبط بإنجاز البند ٤	-	٣٠	-	٣٦,٠٠٠,٠٠٠	١,١٧٠,٠٠٠	٣٧,١٧٠,٠٠٠
٦	الخرائط العقارية لقطاعات ري النبطية ـ الزهراني (٣٥٠٠ هكتار)	ملف التلزيم للإعداد من قبل استشاري القناة الحالي	-	١٨	٤٨٠.٠٠٠	-	-	٤٨٠,٠٠٠
٧	الاستقصاءات التفصيلية للتربة لقطاعات ري النبطية ـ الزهراني (٣٥٠٠ هكتار)	ملف التلزيم للإعداد من قبل استشاري القناة الحالي	-	١٨	١٨٥.٠٠٠	-	-	١٨٥,٠٠٠
٨	تجهيز قطاعات ري النبطية ـ الزهراني بشبكات التوزيع (٢٥٠٠ هكتار)	ملف التلزيم للإعداد من قبل استشاري القناة الحالي	٢٠	٣٠	٦٣٠.٠٠٠	١٢,٦٠٠,٠٠٠	٥٠٤,٠٠٠	١٣,٧٣٤,٠٠٠
٩	تجهيز قطاعات ري النبطية ـ الزهراني (٢٥٠٠ هكتار): تجهيز الأراضي والحيازات الزراعية	الدراسة على عاتق أجهزة المصلحة	٢٠	٤٨	-	٨,٧٥٠,٠٠٠	-	٨,٧٥٠,٠٠٠
١٠	تأهيل وتحديث واستكمال مشروع الري النموذجي صيدا ـ جزين (١٢٠٠ هكتار)	صيغة المهام التفصيلية منجزة، المشروع قيد الاستثمار	١٥	٢٤	٣٣٠.٠٠٠	٥,٠٣٥,٠٠٠	٣٣٠,٠٠٠	٥,٦٩٥,٠٠٠
١١	خط مياه الشرب لإقليم الخروب الأوسط (بما فيه محطة المعالجة والخزانات المناطقية)	دراسة الجدوى منجزةعام ٩٦ ومحدثة في آب ٩٩ لآفاق ٢٠٢٥	٢٤	٣٠	٩٥٠.٠٠٠	٣١,٧٤٠,٠٠٠	٩٥٠,٠٠٠	٣٣,٦٤٠,٠٠٠
				المجموع	٣,٨٥٥,٠٠٠	٩٧,٩٣٥,٠٠٠	٣,٠٦٤,٠٠٠	١٠٤,٨٥٤,٠٠٠

مشروع الإنماء المائي ـ الزراعي لجنوب لبنان
مشروع الناقل ٨٠٠ للري ومياه الشرب ـ المرحلة الأولى

إستدراج عروض الخدمات الهندسية الاستشارية للدراسات التنفيذية وتحضير العطاءات والإشراف على التنفيذ لانتقاء المعايير الرئيسية المتوجبة لإنتقاء بيت الخبرة الإستشاري:

يتميز مشروع الناقل ٨٠٠ بكونه من أصعب وأعقد مشاريع البنية الأساسية الهيدروليكية في لبنان لأنه يجتاز مناطق ذات وعورة وطوبوغرافية استثنائية على امتداد حوالي ٥٢ كيلو متراً للقناة الرئيسية و٦٩ كيلومتراً للفروع الثانوية مما جعله يتألف من سحارات ذات مستويات ضغوط مرتفعة نسبياً ومن أنفاق وأقنية مكشوفة وأنابيب مضغوطة تفصل بينها سبعة منشآت كواسر ضغط وعدد من منشآت الضبط الهيدروليكي الآلي التلقائي لتصريف ولمناسيب المياه.

إن التشغيل الهيدروليكي لكامل هذه المنظومة المائية المعقدة يخضع لمتطلبات قاسية لجهة تأمين الطلب التلقائي على مياه الري على مدار الساعة وفقاً لطلب المزارعين المتأتي من موزعات المياه في أطراف شبكات الري الجماعية التي سوف تجهز قطاعات الري الأثني عشر لمساحة قدرها ١٤٧٠٠ هكتار.

إن متطلبات الري الحديث لجهة تأمين تصريف وضغط تشغيل محددين على مدار الساعة على مستوى مآخذ المياه الفردية في الحقل وتوزيع المياه بالعداد تستوجب تزويد الناقل بنظام تشغيل ومراقبة TELEMETRY/SCADA كفوء لجهة الأمان ومنع الهدر، كما تستوجب إنشاء سبع محطات ضخ فرعية وإثني عشر خزان توازن لتزويد فارق التصريف من مختلف فترات الذروة والفترات العادية للطلب، هذا إلى جانب ضرورة تزويد المأخذ الراسي للناقل في مركبا بأجهزة التحكم المياه المقررة للمشروع بالتناسق مع متطلبات تشغيل معمل مركبا ومع قدرات تصريف نفق مركبا، COMBINED DOWN STREAM REGULATION WITH HEADING UPSTREAM REGULATION.

يضاف إلى هذه الخصوصيات الهيدروليكية والبنيوية والتشغيلية ـ الإستثمارية، خصوصيات الدراسة والتصميم والإنشاء التالية:

أ ـ تأمين وتحديد وتحرير حرم الإستملاك بالسرعة اللازمة للإنشاء المسرع والمحدّد بفترة حوالي ٥ سنوات (٢٠٠٣ ـ ٢٠٠٧) في مناطق عقارية معظمها غير ممسوح أو محدد تحديداً مؤقتاً.

ب ـ ضرورة إجراء الرفع المساحي العرضي والطولي لمسار الناقل بوقت قياسي.

ت ـ ضرورة تطوير وتعزيز بناء نظام المعلومات الجغرافي التفصيلي GIS كأداة عمل.

ث ـ ضرورة إجراء الإستقصاءات الجيوتقنية والجيوفيزيائية والأسبار بوقت قياسي.

ج ـ ضرورة إنجاز كامل الناقل والفروع الثانوية بمهلة قياسية قدرها حوالي ٥ سنوات.

ح ـ ضرورة تناسق مسارات وتصاميم الفروع الثانوية مع معطيات التوزيع وشبكات الري على مستوى قطاعات الري وهذه المعطيات تشكل عمل المرحلة الثانية من المشروع التي يجب أن تتزامن مع برنامج عمل المرحلة الأولى.

خ ـ تداخل موجبات ومهمات التصميم والدراسات بضرورات استباق واستعجال التنفيذ للقسم الرأسي من الناقل، هذا إلى وجوب تواجد عدة مقاولين يعملون بنفس الوقت على طول الناقل.

د ـ محدودية الدقة لملف تحديث الدراسات الأولية ولملف تحديث دراسة الجدوى الأولية اللذين يشكلان المنطلق الوحيد المتوفر للدراسات التنفيذية، مع معطيات منقوصة وضعيفة للفروع الثانوية.

وعليه، جرى إعداد ملف إستدراج عروض انتقاء بيت الخبرة الإستشاري ووضعت المعايير المطلوبة TOR على ضوء هذا الواقع وعلى ضوء تجارب وخبرات المصلحة في تنفيذ دراسات وأشغال مشاريع سد بسري والقاسمية ـ رأس العين والبقاع الجنوبي مؤخراً وتتلخص بالتالي:

١ ـ قيادة كامل العملية من قبل الإستشاري العالمي INTERNATIONAL TEAM LEADER بالتعاون مع استشاري محلّي واستشاري عربي وفقاً لمقتضيات مصادر تمويل المشروع.

٢ ـ ضرورة التجانس في مستوى المكاتب الإستشارية المعتمدة في اللائحة المصغرة SHORT LIST تأميناً لتوازن التنافس ولحسن الإختيار.

٣ ـ ضرورة تمتع المجموعة الإستشارية بخبرات مؤكدة بدراسة وتنفيذ مشاريع ري مماثلة من جهة الصعوبة والأهمية، وليس الإقتصار فقط على بضعة خبرات مبعثرة لأنابيب بترول أو مياه شرب التي لا توازي المتطلبات الخاصة لمشاريع الري.

٤ ـ ضرورة تمتع المجموعة الإستشارية بخبرة استشارية موثوقة بالإدارة المتكاملة لدراسة وتنفيذ مشاريع ري مماثلة FULL-RANGE ENGINEERING PROJECT AND CON-TRACT MANAGEMENT SKILLS AND CAPABILITIES.

٥ ـ ضرورة التمتع بالخبرة والكفاءة لجهة ضبط العناصر الثلاثة الرئيسية للمشروع لجهة:

- عامل الوقت TIME CONTROL
- عامل الكلفة COST CONTROL
- عامل النوعية QUALITY CONTROL

٦ ـ ضرورة التمتع بالمرونة الكافية للتكّيف مع مستجدات الإنشاء ومعوقاته ولتعديل وتصويب البرمجة ولنشر العنصر البشري بالأعداد والمؤهلات والمواقع اللازمة.

٧ ـ ضرورة إيلاء الأثر البيئي للمشروع، خلال وبعد التنفيذ، العناية اللازمة.

٨ ـ ضرورة تنفيذ موجبات التدريب خلال العمل والتدريب المنصوص عنه تعاقدياً وبناء القدرات لأجهزة المصلحة.

٩ ـ ضرورة التنسيق المستمر طيلة الفترة التعاقدية مع دراسات وأعمال المرحلة الثانية من المشروع لشبكات التوزيع ولإعداد وتجهيز الحيازات الزراعية.

١٠ ـ ضرورة أن يكون الإستشاري قادراً على الإلمام بكافة جوانب المشروع التفصيلية وأن يضمّن دفاتر الشروط كل ما هو مطلوب من المنّفذين للتمكن من إنهاء المرحلة الأولى دون حاجة لمبالغ إضافية عن المتوفر حالياً.

مشروع الإنماء المائي ـ الزراعي لجنوب لبنان

القناة ٨٠٠ وقناة أنان ـ النبطية

لائحة القرى والبلدات الواقعة في قطاعات الريّ

الرقم المتسلسل	البلدة	القضاء	القناة ٨٠٠	قناة أنان ـ النبطية
١	عين إبل	بنت جبيل	●	
٢	عيناتا	بنت جبيل	●	
٣	عيتا الشعب	بنت جبيل	●	
٤	عيترون	بنت جبيل	●	
٥	برعشيت	بنت جبيل	●	
٦	بنت جبيل	بنت جبيل	●	
٧	برج قلاوية	بنت جبيل	●	
٨	شقرا	بنت جبيل	●	
٩	دبل	بنت جبيل	●	
١٠	دير نطار	بنت جبيل	●	
١١	فرون	بنت جبيل	●	
١٢	الغندورية	بنت جبيل	●	

الرقم المتسلسل	البلدة	القضاء	القناة ٨٠٠	قناة أنان - النبطية
١٣	حانين	بنت جبيل	●	
١٤	الجميجمة	بنت جبيل	●	
١٥	كفر دونين	بنت جبيل	●	
١٦	خربة سلم	بنت جبيل	●	
١٧	كونين	بنت جبيل	●	
١٨	مارون الراس	بنت جبيل	●	
١٩	قلاوية	بنت جبيل	●	
٢٠	رميش	بنت جبيل	●	
٢١	صفد البطيخ	بنت جبيل	●	
٢٢	تبنين	بنت جبيل	●	
٢٣	يارون	بنت جبيل	●	
٢٤	برغز	حاصبيا	●	
٢٥	الدلافي	حاصبيا	●	
٢٦	الجرمق	جزين		●
٢٧	جرنايا	جزين		●
٢٨	عدشيت القصير	مرجعيون	●	
٢٩	بني حيان	مرجعيون	●	
٣٠	بلاط	مرجعيون	●	
٣١	بليدا	مرجعيون	●	
٣٢	برج الملوك	مرجعيون	●	
٣٣	دير ميماس	مرجعيون	●	
٣٤	دير سريان	مرجعيون	●	
٣٥	دبين	مرجعيون	●	
٣٦	إبل السقي	مرجعيون	●	

الرقم المتسلسل	البلدة	القضاء	القناة ٨٠٠	قناة أنان - النبطية
٣٧	الخيام	مرجعيون	●	
٣٨	القليعة	مرجعيون	●	
٣٩	القصير	مرجعيون	●	
٤٠	الصوانة	مرجعيون	●	
٤١	الطيبة	مرجعيون	●	
٤٢	حولا	مرجعيون	●	
٤٣	كفركلا	مرجعيون	●	
٤٤	مجدل سلم	مرجعيون	●	
٤٥	جديدة مرجعيون	مرجعيون	●	
٤٦	مركبا	مرجعيون	●	
٤٧	مزرعة سردا	مرجعيون	●	
٤٨	ميس الجبل	مرجعيون	●	
٤٩	محيبيب	مرجعيون	●	
٥٠	قبريخا	مرجعيون	●	
٥١	القنطرة	مرجعيون	●	
٥٢	رب ثلاثين	مرجعيون	●	
٥٣	طلوسة	مرجعيون	●	
٥٤	تولين	مرجعيون	●	
٥٥	عزة	النبطية		●
٥٦	أرنون	النبطية		●
٥٧	شوكين	النبطية		●
٥٨	حبّوش	النبطية		●
٥٩	حومين الفوقا	النبطية		●
٦٠	حومين التحتا	النبطية		●

الرقم المتسلسل	البلدة	القضاء	القناة ٨٠٠	قناة أنان ـ النبطية
٦١	كفرفيلا	النبطية		●
٦٢	كفر رمان	النبطية		●
٦٣	كفرتبنيت	النبطية		●
٦٤	ميفدون	النبطية		●
٦٥	النبطية الفوقا	النبطية		●
٦٦	النبطية التحتا	النبطية		●
٦٧	رومين	النبطية		●
٦٨	صربا	النبطية		●
٦٩	عنقون	صيدا		●
٧٠	عقتنيت	صيدا		●
٧١	برتي	صيدا		●
٧٢	بعنفول	صيدا		●
٧٣	أركي	صيدا		●
٧٤	كفر بيت	صيدا		●
٧٥	كفر شلال	صيدا		●
٧٦	كفر حتى	صيدا		●
٧٧	كفر ملكي	صيدا		●
٧٨	مزرعة القنطرة	صيدا		●
٧٩	مزرعة جنجليّا	صيدا		●
٨٠	طنبوريت	صيدا		●
٨١	زيتا	صيدا		●
٨٢	علما الشعب	صور	●	
٨٣	أرزون	صور	●	
٨٤	بافلية	صور	●	

الرقم المتسلسل	البلدة	القضاء	القناة ٨٠٠	قناة أنان ـ النبطية
٨٥	البستان	صور	●	
٨٦	شمع	صور	●	
٨٧	شيحين	صور	●	
٨٨	دير كيفا	صور	●	
٨٩	دردغيّا	صور	●	
٩٠	الظهيرة	صور	●	
٩١	الجبيّن	صور	●	
٩٢	المجدل	صور	●	
٩٣	جويّا	صور	●	
٩٤	محرونا	صور	●	
٩٥	مروحين	صور	●	
٩٦	مزرعة الزلوطية	صور	●	
٩٧	النفاخيّة	صور	●	
٩٨	أم التوت	صور	●	
٩٩	سلعا	صور	●	
١٠٠	صريفا	صور	●	
١٠١	طير حرفا	صور	●	
١٠٢	الشهابية	صور	●	
١٠٣	يارين	صور	●	
١٠٤	قليا	البقاع الغربي	●	
١٠٥	زلايّا	البقاع الغربي	●	
		المجموع	٧٦	٢٩

مشروع ري جنوب لبنان

الوضعية الراهنة للمساحة والتحديد العقاري في الأقضية

المحافظة	القضاء	المساحة (هكتار)	المناطق النهائية		المناطق المحددة		المناطق الغير محددة		المجموع	
			العدد	المساحة (هكتار)	العدد	المساحة (هكتار)	العدد	المساحة (هكتار)	العدد	المساحة (هكتار)
النبطية	بنت جبيل	٣٢٥٠٠٠	١	٥٢٦,٦	٢	١٢٣,٥	٣٩	٣٠٧٣٨,٤	٤٢	٣١٣٨٩
	مرجعيون	٣٣٠٠٠٠	١	١٢٩,٨	١١	٩٤٣١	١٩	٢٣٤٣٩,٢	٣١	٣٣٠٠٠٠
	النبطية	٢٧٠٠٠٠	٢٥	١٤٦٤٦,٩	٢٨	١٢٣٥٣,١	-	-	٥٣	٢٧٠٠٠٠
	حاصبيا	٢٩٠٠٠٠	-	-	٣	٣٣٥٥	١١	٢٥٦٤٥	١٤	٢٩٠٠٠٠
	المجموع	**١٢١٥٠٠٠**	**٢٧**	**١٥٣٠٣,٣**	**٤٤**	**٢٥٢٦٢,٦**	**٦٩**	**٧٩٨٢٢,٦**	**١٤٠**	**١٢٠٣٩٠**
الجنوب	صور	٤٥٠٠٠٠	٤٨	٢٤٦٥٧,٢	٣	٣٧٨٦	١١	١٦٥٥٦,٧	٦٢	٤٥٠٠٠٠
	صيدا	٢٧٠٠٠٠	٦٢	٢٣١٠٦,٤	١٣	٣٠٥٩	١	٨٣٤,٦	٧٦	٢٧٠٠٠٠
	جزين	٢٤٠٠٠٠	٢	٣٢٩,٣	٦٢	١٧٢٣٠	٨	٦٤٤٠,٧	٧٢	٢٤٠٠٠٠
	المجموع	**٩٦٠٠٠٠**	**١١٢**	**٤٨٠٩٢,٩**	**٧٨**	**٢٤٠٧٥**	**٢٠**	**٢٣٨٣٢٠**	**٢١٠**	**٩٦٠٠٠٠**
البقاع	البقاع الغربي	٤٨٠٠٠٠	٣٦	٣٨٣٨٣,٧	٤	٣٨٣٨٣,٧	-	-	٤٠	٤٨٠٠٠٠
المجموع		**٢٦٥٥٠٠٠**	**١٧٥**	**١٠١٧٧٩,٩**	**١٢٦**	**٣٧٢٨٦,٣**	**٨٩**	**١٠٣٦٥٤,٦**	**٣٩٠**	**٢٦٤٣٩٠**

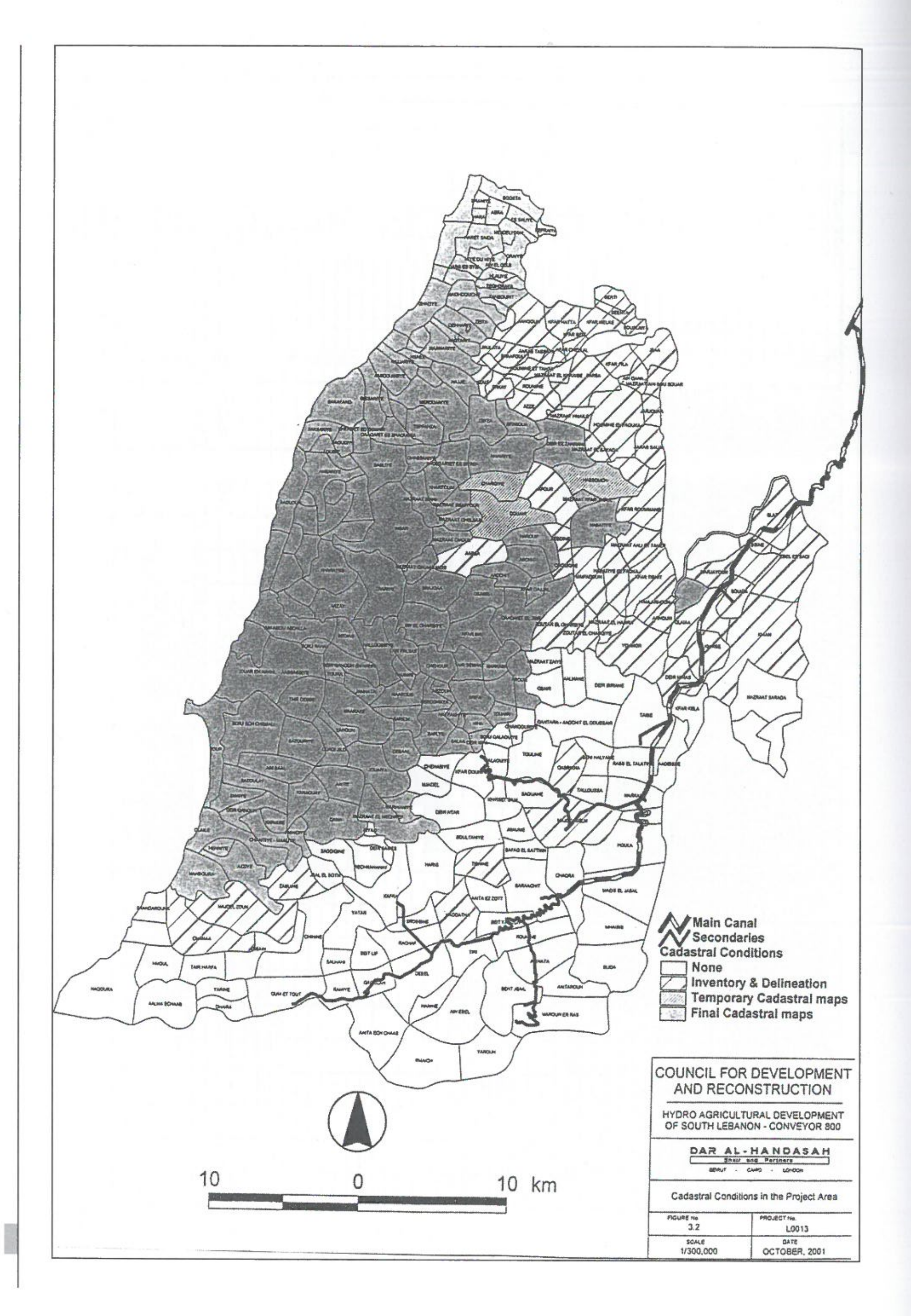


Table 7.10: Monthly Land Occupancy

Cultivation		Crop	Surface
Rotation Vegetable 1	Summer Vegetables	Tomato	5.00
		Egg Plant	3.00
		Green Pepper	1.30
		Okra	2.00
	Wheat	Wheat	11.30
	Winter Vegetables	Late Potato	7.00
		Carrots	1.00
		Cucumber	1.00
		Squash	1.00
		Turnip	1.00
		Radish	0.30
Rotation Vegetable 2	Summer Vegetable	Garlic	1.00
		Garlic	1.00
		Onion	2.00
		Onion	2.00
		Water Melon	1.06
		Water Melon	1.00
		Melon	1.09
		Melon	1.00
		Early Potato	2.06
		Early Potato	2.00
		Cucumber	1.02
		Squash	2.03
		Melokhieh	1.02
	Winter Vegetables	Cabbage	5.08
		Cauliflower	3.05
		Green Bean	2.03
		Late Potato	8.12
2-year Rotation forages	1st Year	Barley - Vetch	8.90
		Maize - Forage	8.90
	2nd Year	Maize - Grain	8.90
		Cabbage - Forage	8.90
Arboriculture	Stone Trees	Apricot	1.00
		Apricot	1.00
		Peach	3.00
		Peach	2.00
		Pears	2.00
	Seed Trees	Prune	1.00
		Apple	2.00
		Apple	5.00
		Prune	2.06
	Citrus	Citrus	0.60
		Shammouti	1.00
		Valancia	1.00
		Washinton Navel	0.60
		Grapefruit	1.00
	Others	Loquat	1.32
		Vine	4.00
		Vine	3.51
		Olive	3.51
		Jujubier	0.75
Field Floriculture		Rose	4.00
Protected Floriculture		Gypsophyl	1.00
Cropping Intensity			147.41

Cropping Intensity (monthly, two half-month values per month):

JANUARY		FEBRUARY		MARCH		APRIL		MAY		JUNE		JULY		AUGUST		SEPTEMBER		OCTOBER		NOVEMBER		DECEMBER	
70.68	70.68	64.61	69.61	71.61	78.76	81.76	100.00	100.00	91.13	79.83	95.57	92.55	90.40	74.47	74.47	90.60	90.83	82.23	70.93	89.13	86.10	70.68	70.68

(الجدول رقم ١) المؤشرات الرئيسية لمشروع القناة ٨٠٠

	المؤشر الرئيسي	القيمة
١	عدد السكان الذين سيزوّدون بمياه الشفة/سنة ٢٠٣٠	٥٧١٧٤٧
٢	عدد القرى التي ستزود بمياه الشفة	٩٩
٣	عدد قطاعات الريّ	١٢
٤	عدد القرى الواقعة ضمن قطاعات الريّ	٧٦
٥	المساحة المجهّزة	١٤٧٠٠ هكتار
٦	المساحة المرويّة	١٣٢٣٠ هكتار
٧	كلفة المشروع الإجمالية	٤٦٠ مليون دولار أمريكي
٨	كلفة المرحلة الأولى: القناة ٨٠٠ والفروع الثانويّة	٢١٦ مليون دولار أمريكي
٩	كلفة المرحلة الثانية: شبكات التوزيع وإستصلاح الأراضي وتجهيز الحيازات	٢٤٤ مليون دولار أمريكي

(الجدول رقم ٢) مساحات قطاعات الري (هكتار)

القطاع	المساحة الجغرافية	المساحة الجاهزة	المساحة القائمة القابلة للري	المساحة الصافية القابلة للري
عيتا الشعب	٤١٤١	١٣٩٨	١٣٩٨	٩٧٩
بنت جبيل	٤٣٥٤	١٨٤٣	١٨٤٣	١٢٨٧
شقرا	٣٧٤٧	١٦٣٣	١٦٣٣	١١٤٦
مجدل سلم	١٩٩٤	٧٨٢	٧٨٢	٦١٠
مرجعيون ـ شمال	١٢٥٧	٧٤٥	٧٤٥	٤٦٩
مرجعيون ـ جنوب	٤٢٤٠	٢٦٥٥	٢٦٥٥	١٧٢٥
مركبا	٣١٨٥	١٠٠٩	١٠٠٩	٦٨٢
ميس الجبل	٣٩٢٨	٢١٥٣	٢١٥٣	١٧٤٦
صريفا	٤٣١٠	١٦٤٤	١٦٤٤	١٢٣٠
الطيبة	٣٠٢٣	١٨٠٢	١٨٠٢	١٥٦٠
يارين	٦٧٩٦	٢٣٣٢	٢٣٣٢	١٣٩٥
المجموع الجزئي	**٤٠٩٧٥**	**١٧٩٨٦**	**١٧٩٨٦**	**١٢٨٢٩**
قليا	**٧٤٣**	**٦٦٥**	**٦١٩**	**٤٠٢**
المجموع الجزئي لقناة ٨٠٠	**٤١٧١٨**	**١٨٦٥١**	**١٨٦٠٥**	**١٣٢٣١**
النبطية	**٥١١٨**	**٢٧٣٨**	**٢٧٣٨**	**٢٠٢١**
المجموع	**٤٦٨٣٦**	**٢١٣٨٩**	**٢١٣٤٣**	**١٥٢٥٢**

(الجدول رقم ٣) الأقسام الرئيسية للقناة ٨٠٠

القسم	أنابيب		أنفاق		أقنية مكشوفة		
	قطر ملم	طول كلم	قطر ملم	طول كلم	عرض م	طول كلم	سعة التخزين ضمن القناة م٣
سحارة الليطاني	١٧٠٠x٢	١,٣٢٥x٣	-	-	-	-	-
نفق يحمر	-	-	٢٦٠٠	٥,٤٧	-	-	-
قناة قليا	-	-	-	-	٤,٠٠	٩,٠٠	٢١٥٠٠
كوكبا ـ مرجعيون	١٧٠٠x٢	٧,١٠x٢	-	-	-	-	-
مرجعيون ـ كفركلا	١٥٠٠x٢	٢٥,١٢x٢	-	-	-	-	-
كفركلا ـ مركبا	١٤٠٠x٢	٤,٥٠x٢	٢٢٠٠	٠,٨٠	-	-	-
حولا	١٧٠٠	٢,٦١	-	-	٣,٠٠	٣,٩٤	٦٥٠٠
سحارة الجزيرة	١٥٠٠	٥,٧٣	-	-	-	-	-
المجموع	-	٥٦,٦٩	-	٦,٢٧	-	١٢,٩٤	٢٨٠٠٠

(الجدول رقم ٤) القناة ٨٠٠ ـ تكاليف الإنشاء بالدولار الأميركي

البند	القسم	الكلفة الأساسية بالدولار
١	الإنشاءات الرأسية وسحارة الليطاني	٤,٢٢٩,٠٠٠
٢	نفق يحمر	٢٢,٨٢٨,٩١٠
٣	قناة قليا المكشوفة	١٠,١٩٢,٠٠٠
٤	خط أنابيب كوكبا ـ مرجعيون	١٧,٥٠٣,٥٠٠
٥	خط أنابيب مرجعيون ـ كفركلا	٢٥,١٠٢,٤٠٠
٦	خط أنابيب كفركلا ـ مركبا	٧,٧٦٩,١٠٠
٧	نفق مركبا	٣,٣٥٤,٤٠٠
٨	قناة حولا المكشوفة	٤,٦٧٧,٦٥٠
٩	خط أنابيب حولا ـ ميس الجبل	٣,٨٢١,٩٠٠
١٠	خط أنابيب وسحارة ميس الجبل شقرا	٩,٤٦٠,٧٥٠
١١	نظام المراقبة والتشغيل (SCADA)	١,٣٠٠,٠٠٠
	المجموع	**١١٠,٢٣٩,٦١٠**
١٢	استملاك وتعويضات	٢,٢٣٠,٨٥٠
١٣	إستقصاءات جيوتقنيّة	٥٠١,٦٠٠
١٤	النفقات الطارئة المالية والإنشائية (١٥٪)	١٦,٩٤٥,٨٠٩
	المجموع الإجمالي	**١٢٩,٩١٧,٨٦٩**

(الجدول رقم ٥) الأقسام الرئيسية للفروع الثانوية

القسم ـ القطاع	أنابيب		أنفاق		خزانات خارج الخط		محطات ضخ	
	قطر ملم	طول كلم	قطر ملم	طول كلم	عدد	حجم م٣	عدد	كيلووات
مرجعيون ـ شمالي	٥٠٠	١,٣٨	-	-	١	٥٦٠٠	-	-
مرجعيون ـ جنوبي	١١٠٠	٣,١١	-	-	-	-	-	-
الطيبة	٩٠٠	٢,٢٥	-	-	-	-	-	-
مجدل سلم ـ صريفا	٩٠٠	٧,٧٠	-	-	٢	٢٢٥٠٠	-	-
	١٠٠٠	٩,٩٠						
	١١٠٠	١,٢٨						
		١٧,٨٨						
مركبا	٤٠٠	٠,٣٠	-	-	٢	٨١٥٠	١	١٠٥
شقرا	٦٠٠	١,٨٢	-	-	٢	١٤١٠٠	١	٤١٥
بنت جبيل	٢٥٠	٠,٩٢	-	-	٣	١٥٧٠٠	-	-
	٥٠٠	٢,٤٠	-	-	-	-	١	١٣٥٠
	٧٠٠	١,٨٥	-	-	-	-	١	٣٥٥
	٨٠٠	٢,٥٨	-	-	-	-	١	٤٥
	٩٠٠	٣,٣٠	-	-	-	-	-	-
		١١,٠٥					٣	١٧٥٠
كفرا (مياه شرب)	٤٠٠	٤,٤١	-	-	-	-	١	١٠٥
عيتا الشعب	٦٠٠	١,٢٢	٢,٠٠٠	١,٧٠	١	١٢٠٠٠	١	٣٢٥
	١٠٠٠	٦,٣٠						
	١١٠٠	٦,٩٥						
	١٥٠٠	٦,١٥						
		٢٠,٦٢						
يارين	٨٠٠	٥,٩٠	-	-	١	١٧٠٠٠	-	-
المجموع	-	٦٨,٧٢	-	١,٧٠	١٢	٩٥١٠٠	٧	٢٧٠٠

(الجدول رقم ٦) تكاليف إنشاء الفروع الثانوية بالدولار الأمريكي

البند	الفرع الثانوي	الكلفة الأساسية بالدولار
١	مرجعيون - شمال	١,٠٥٥,٥٠٠
٢	مرجعيون - جنوب	١,٤٩١,١٠٠
٣	الطيبة	٩٤٣,٩٠٠
٤	صريفا	١٠,٣٣٩,٨٠٠
٥	مركبا	١,٢٦٦,٩٠٠
٦	شقرا	٣,٤٧٨,٢٥٠
٧	بنت جبيل	١٠,٨٣٣,٠٥٠
٨	كفرا (مياه الشرب)	١,٢٤٤,٦٥٠
٩	عيتا الشعب	١٧,٩٣٤,٣٥٠
١٠	يارين	٣,٥٣٤,٨٠٠
	المجموع	**٥٢,١١٢,٣٠٠**
١١	استملاك وتعويضات	١,٦٨٨,٠٠٠
١٢	إستقصاءات جيوتقنيّة	١٣٦,٠٠٠
١٣	النفقات الطارئة المالية والإنشائية (١٥٪)	٨,٠٩٠,٤٤٥
	المجموع الإجمالي	**٦٢٤,٠٢٦,٧٤٥**

(جدول رقم ٧) تكاليف المشروع

	ألف دولار	مليون ليرة لبنانية			ألف دينار كويتي		
		محلي	أجنبي	مجموع	محلي	أجنبي	مجموع
الناقل الرئيسي للمياه	١٠٨,٨٤٠	٤٤,٣٤٠	١١٨,٣٤٠	١٦٢,٦٨٠	٩,٠٥٠	٢٤,١٥٠	٣٣,٢٠٠
الخطوط الفرعية والخزانات ومحطات الضخ	٥١,٥٠٠	٢١,٢٦٠	٥٦,٣٥٠	٧٧,٦١٠	٤,٢١٠	١١,٥٠٠	١٥,٧١٠
الخدمات الفنية	٩,٩٠٠	٤,٥٨٠	١٠,٣٤٠	١٤,٩٢٠	٩١٠	٢,١١٠	٣,٠٢٠
استملاك الأراضي	٣,٩٠٠	٥,٨٨٠		٥,٨٨٠	١,١٩٠		١,١٩٠
إدارة التنفيذ	٢,٠٠٠	٣,٠١٠		٣,٠١٠	٦١٠		٦١٠
الدعم المؤسسي	٢,٠٠٠	٩٠٠	٢,١١٠	٣,٠١٠	١٨٠	٤٣٠	٦١٠
إجمالي التكاليف الأساسية	١٧٨,١٤٠	٧٩,٩٧٠	١٨٧,١٤٠	٢٦٧,١١٠	١٦,١٥٠	٣٨,١٩٠	٥٤,٣٤٠
الاحتياطي	٣٢,٠٠٠	١٤,٦١٠	٣٣,٦١٠	٤٨,٢٢٠	٢,٩٠٠	٦,٨٦٠	٩,٧٦٠
إجمالي تكاليف المشروع بدون الضرائب والرسوم	٢١٠,١٤٠	٩٤,٥٨٠	٢٢٠,٧٥٠	٣١٥,٣٣٠	١٩,٠٥٠	٤٥,٠٥٠	٦٤,١٠٠
الضرائب والرسوم	٦,٦٤٠	١٠,٠٠٦		١٠,٠٠٦	٢,٠٣٠		٢,٠٣٠
إجمالي تكاليف المشروع مع الضرائب والرسوم	٢١٦,٧٨٠	١٠٤,٥٨٦	٢٢٠,٧٥٠	٣٢٥,٣٤٦	٢١,٠٨٠	٤٥,٠٥٠	٦٦,١٣٠

(الجدول رقم ١/٧) تصريف المآخذ الرئيسية

القطاع	المساحة المروية هكتار	الريَ م٣/ثانية (١) ١٨ ساعة	الريَ م٣/ثانية (٢) ٢٤ ساعة	مياه الشرب م٣/ثانية	تصريف المآخذ الراسي م٣/ثانية
قليا	٤٠٢	–	٠,٢٢٦	٠,٠٠٣	٠,٢٢٩
مرجعيون ـ شمال	٤٧٠	–	٠,٢٦٤	–	٠,٢٦٤
مرجعيون ـ جنوب	١٧٢٥	١,٢٩٤	–	٠,٠٦٠	١,٣٥٤
الطيبة	١٥٦٠	١,١٧٠	–	٠,٣٠٤	١,٤٧٤
مجدل سلم	٦١٠	–	٣٤٣,٠	–	٠,٣٤٣
صريفا	١٢٣٠	–	٠,٦٩١	٠,٢٠٠	٠,٨٩١
مركبا	٦٨٢	–	٠,٣٨٣	–	٠,٣٨٣
ميس الجبل	١٧٤٥	–	٠,٩٨١	–	٠,٩٨١
شقرا	١١٤٥	–	٠,٦٤٣	–	٠,٦٤٣
بنت جبيل	١٢٨٧	–	٠,٧٢٣	–	٠,٧٢٣
كفرا	-	–	–	٠,٠٧	٠,٠٧٠
عيتا الشعب	٩٧٩	–	٠,٥٥٠	–	٠,٥٥٠
يارين	١٣٩٥	–	٠,٧٨٤	–	٠,٧٨٤
المجموع	**١٣٢٣٠**	**٢,٤٦٤**	**٥,٥٨٨**	**٠,٦٣٧**	**٨,٦٨٩**

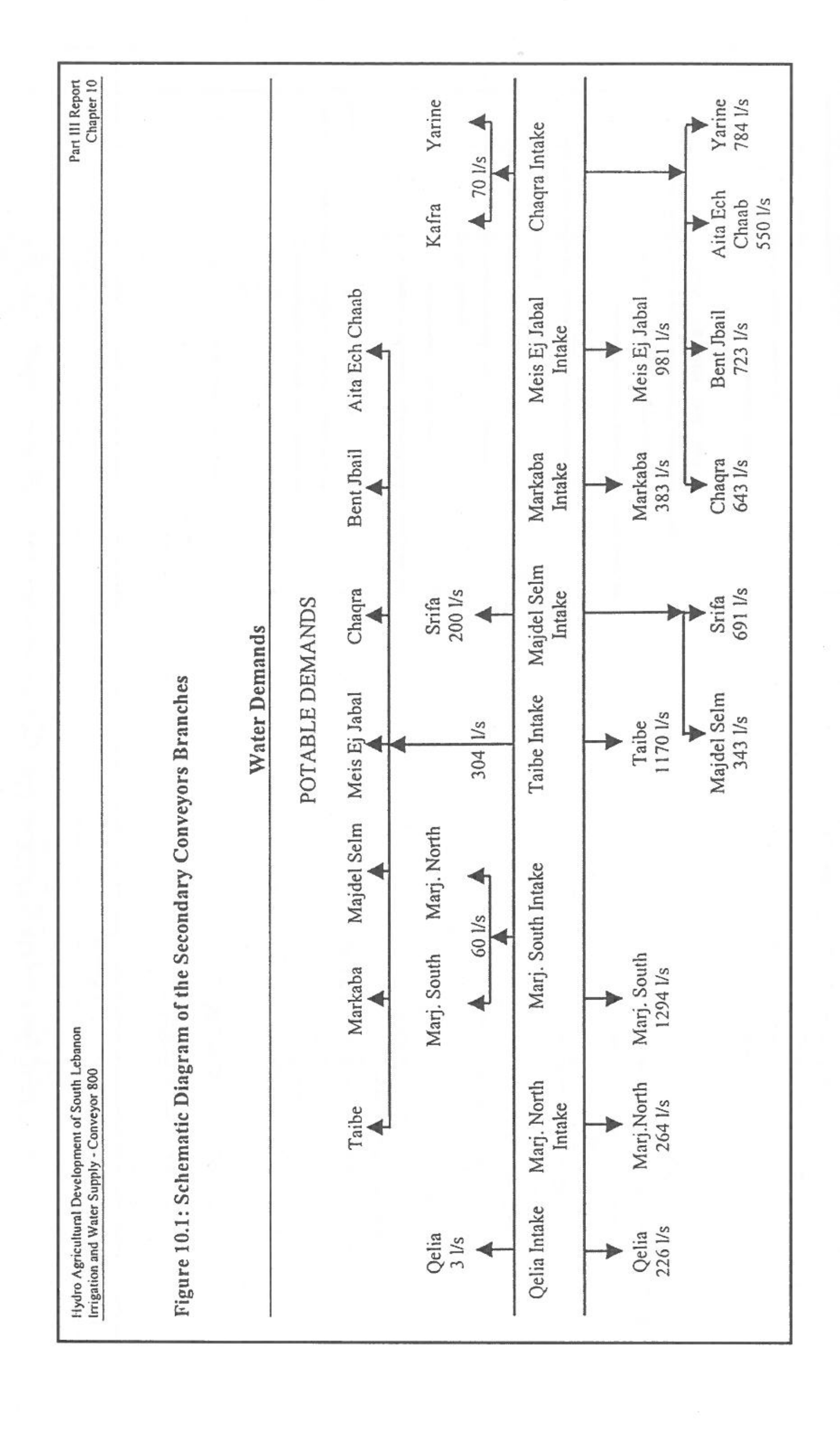
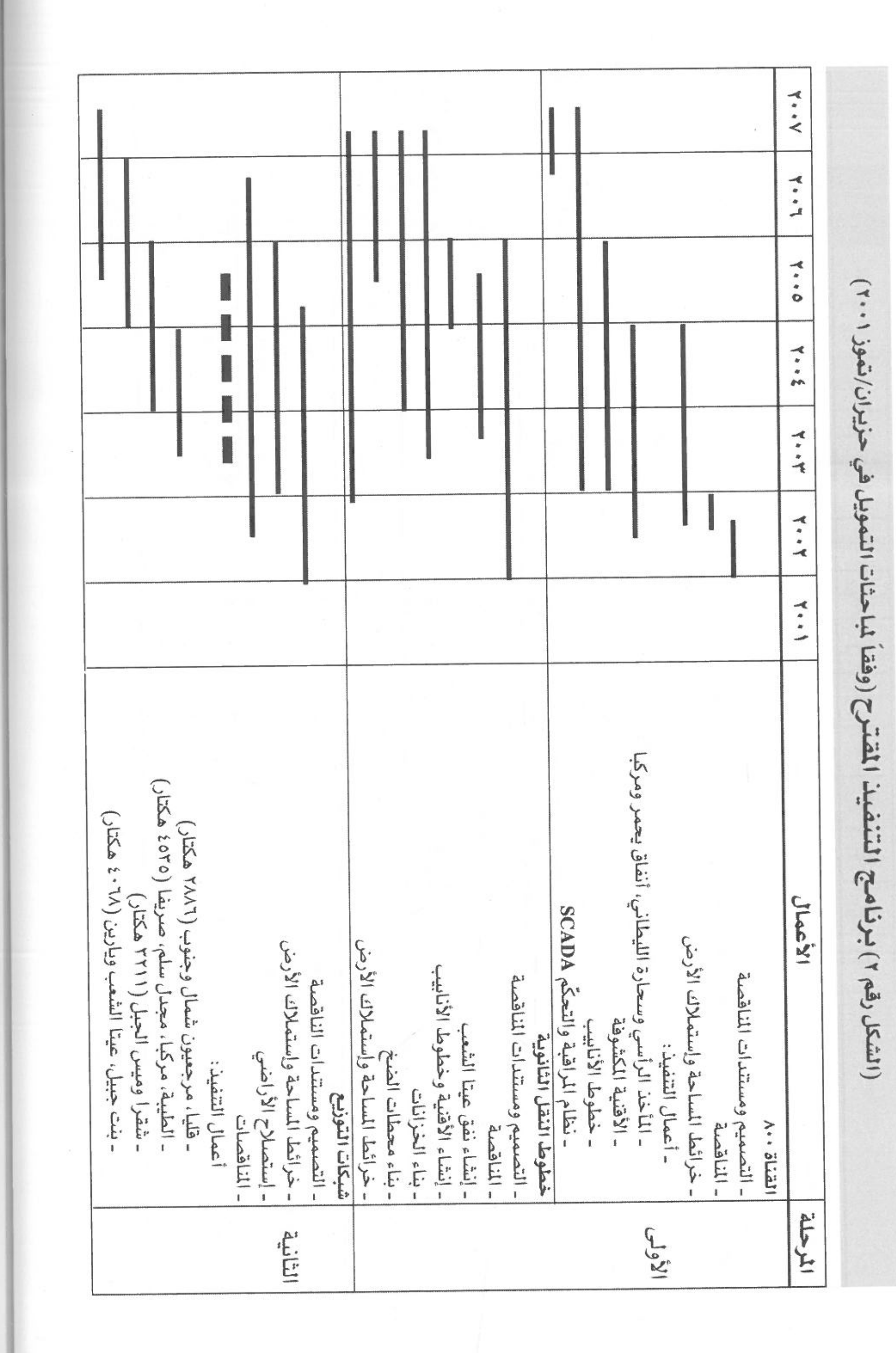


Figure 10.1: Schematic Diagram of the Secondary Conveyors Branches



(الشكل رقم ٢) برنامج التنفيذ المقترح وفقاً لمباحثات التمويل في حزيران/تموز ٢٠٠١

(الجدول رقم ٤) مراحل تجهيز قطاعات الري

المرحلة	فترة الدراسة والتنفيذ (سنة لدراسة كل مرحلة)	قطاعات الري	المساحة المجهزة (هكتار)	المساحة المروية (هكتار)
الأولى	٢٠٠٣/١/١	قليا	٤٤٧	٤٠٢
	٢٠٠٤/١٢/٣١	مرجعيون شمال	٥٢٢	٤٧٠
		مرجعيون جنوب	١٩٢٠	١٧٢٥
			٢٨٨٩	٢٥٩٧
الثانية	٢٠٠٤/١/١	الطيبة	١٧٣٣	١٥٦٠
	٢٠٠٥/١٢/٣١	مركبا	٧٥٨	٦٨٢
		مجدل سلم	٦٧٨	٦١٠
		صريفا	١٣٦٧	١٢٣٠
			٤٥٣٦	٤٠٨٢
الثالثة	٢٠٠٥/١/١	شقرا	١٢٧٢	١١٤٥
	٢٠٠٦/١٢/٣١	ميس الجبل	١٩٣٩	١٧٤٥
			٣٢١١	٢٨٩٠
الرابعة	٢٠٠٦/١/١	بنت جبيل	١٤٣٠	١٢٨٧
	٢٠٠٧/١٢/٣١	عيتا الشعب	١٠٨٩	٩٧٩
		يارين	١٥٥٠	١٣٩٥
			٤٠٦٩	٣٦٦١
		المجموع العام	١٤٧٠٥	١٣٢٣٠

تقديرات تطوّر المساحات التراكمية المروية فعلياً للقناة ٨٠٠/هكتار (١)

السنة	مراحل التجهيز التراكمية				
	الأولى	الثانية	الثالثة	الرابعة	المجموع
٢٠٠٥	٥٢٠	–	–	–	٥٢٠
٢٠٠٦	١٠٤٠	٨١٦	–	–	١٨٥٦
٢٠٠٧	١٥٦٠	١٦٣٢	٥٧٨	–	٣٧٧٠
٢٠٠٨	٢٠٨٠	٢٤٤٨	١١٥٦	٧٣٢	٦٤١٦
٢٠٠٩	٢٥٩٧	٣٢٦٤	١٧٣٤	١٤٦٤	٩٠٥٩
٢٠١٠	٢٥٩٧	٤٠٨٢	٢٣١٢	٢١٩٦	١١١٨٧
٢٠١١	٢٥٩٧	٤٠٨٢	٢٨٩٠	٢٩٢٨	١٢٤٩٧
٢٠١٢	٢٥٩٧	٤٠٨٢	٢٨٩٠	٣٦٦١	١٣٢٣٠
٢٠١٣ وما يليها	٢٥٩٧	٤٠٨٢	٢٨٩٠	٣٦٦١	١٣٢٣٠

(١) جرى تقدير تطور المساحات المروية فعلياً لكل مرحلة بشكل نسبي على مدى ٥ سنوات Linear progression

مياه الشفة

إعداد: السيدة ميرفت كريدية أبو ضاهر

- ماجيستير في الصحة العامة ـ الجامعة الأميركية في بيروت
- منسقة لسلامة المياه في وزارة الطاقة والمياه
- رئيسة قسم الصحة في المدارس في مكتب الصحة العامة في جمعية المقاصد الإسلامية ١٩٩٢ ـ ١٩٩٤
- منتجة برنامج عن الصحة في تلفزيون لبنان

الماء هذا الغذاء المهمش ماذا نعرف عنه ؟

وما هو واقع المياه من الناحية النوعية في محافظة لبنان الجنوبي ؟

نشأة مراقبة النوعية :

لقد صدر عن الاجتماع العالمي للصحة في العام ١٩٨١ توصيات للمنظمات العاملة في حقل الصحة العامة بضرورة التخطيط لبرامج عمل تؤدي الى تأمين الصحة للجميع في العام ٢٠٠٠ . وتقديرا منها للدور الكبير الذي تلعبه نوعية مياه الشفة في تأمين سلامة الصحة العامة ، فقد قامت منظمة اليونسيف بالاشتراك مع الجامعة الأمريكية ووزارة الموارد المائية والكهربائية بانشاء نظام وطني لمراقبة نوعية مياه الشفة في لبنان بين عامي ١٩٩٢- ١٩٩٦، وقد شمل هذا البرنامج أربعة نشاطات أساسية :

١. تعزيز المستوى الفني والتقني للعاملين في مصالح المياه من خلال:

❖ التدريب النظري حول:

- خصائص مياه الشفة.
- طرق جمع عينات المياه لفحصها.
- الطرق المخبرية المتبعة لتحديد نوعية مياه الشفة الكيميائية والميكروبيدلوجية.
- طرق معالجة وتعقيم المياه.
- الأوبئة الناتجة عن تلوث المياه وطرق الاستقصاء والتصدي لها.

❖ تدريب عملي لمدة ستة أشهر ضمن مصلحة المياه المعنية .

❖ حلقة لتقييم مستوى اداء العاملين من الناحيتين النظرية والتطبيقية.

٢- اقامة وحدات مخبرية : تم تجهيز مختبرات اقلمية بأجهزة تمكنها من اجراء فحوصات كيميائية وجرثومية في مصالح مياه : بيروت ، عين الدلبة، صيدا وطرابلس. ومختبرات فرعية للقيام بفحوصات جرثومية في مصالح مياه القبيات ،عكار ،زغرتا، بشري، الضنية، البترون، الكورة، جبيل ، المتن ،كسروان ،شمسين ،بعلبك ،الباروك، نبع الطاسة ، وادي جيلو، صور، جبل عامل.

٣- تطوير نظام لمراقبة نوعية مياه الشفة.

٤ - ايجاد بنية لمراقبة نوعية المياه في وزارة الموارد المائية والكهربائية .

وفي العام ١٩٩٦ تم انشاء وحدة المنسقين ، التي كان يفترض ان تشكل من فريق عمل من خمس اختصاصيين في مجال المياه وصحة البيئة ، من ثلاثة منسقين فقط

للجنوب والشمال وجبل لبنان ولم يحظى البقاع بمنسق لمتابعة أوضاعه وانما كان يتم العمل بحسب حدوث الفاشيات وحالات التلوث.

نظام مراقبة نوعية المياه :

تعتمد مراقبة النوعية على :

- تحديد نظام الاعتيان .
- مراقبة عمل المختبرات .
- الكشف الدوري والميداني على مصادر المياه .
- مراقبة محطات المعالجة .
- مراقبة سلامة عمل أجهزة الكلور .
- التأكد الدوري والميداني من نظافة الخزانات.
- جمع النتائج الكيميائية والجرثومية وتحليلها والتدخل في حال وجود اختلاف ما بين نتائج الفحوصات والمعايير الوطنية لجهة اقتراح المعالجة.

فالفحوصات الجرثومية المستمرة على المصادر المائية من شأنها ان تعطي انذارا مبكرا عن التلوث عند ملاحظة التغيرات في النتائج ، بحيث نتمكن من تحديد مصدر التلوث وازالته قبل ان تتفاقم المشكلة وتتلوث المياه الجوفية ويتعذر بعدها المعالجة .

أما الفحوصات الكيميائية الفصلية للمصادر المائية فهي تعطي اشارة واضحة عن المتغيرات او الملوثات التي تتعرض لها المياه خلال ترشحها من سطح الأرض الى جوفها او خلال جريانها السطحي او احتمال تعرضها لتداخل مياه البحر بالنسبة للمصادر المائية الساحلية . والرقابة وسيلة تمكن من اتخاذ الاجراءات الآيلة الى المعالجة وتأمين سلامة المياه .

أما العناصر التي يتم الكشف عنها في المختبرات فهي التالية :

١ . على المياه الخام :

❖ العناصر الجرثومية :

- اجمالي القولونيات
- اشريكية قولونية

❖ العناصر الفيزيو كيميائية :

الحرارة ، اللون، العكارة ، المناقلية ، اس هيدروجيني، الحموضة، القلوية ،

الأوكسجين المذاب ، الأمونيا، النتريت، النترات، الكلوريدات، العسرة، عسر الكالسيوم، عسر الماغنزيوم، السلفات، الحديد المذاب، الفوسفات الاجمالي والمتفاعل.

٢ ـ **على المياه المعالجة والموزعة في الشبكات** يتم الكشف عن اس هيدروجيني (P.H)، العكارة، الكلور الحر والكلور الاجمالي.

تتم مقارنة نتائج الفحوصات بمؤشرات عالمية والمواصفات الوطنية حسب المرسوم رقم ١٠٣٨ تاريخ ١٩٩٩/٨/١٢.

مراقبة نوعية المياه في محافظة لبنان الجنوبي

لقد عرف الجنوب خلال الأعوام ١٩٩٦ ـ ١٩٩٩ نوعا آخر من الجهاد وضربا جديدا من ضروب المقاومة والتصدي من خلال العمل الدؤوب والمخاطر الجمة التي كان يتكبدها العاملون في حقل المياه و وتأمين سلامة المياه .

بحيث كانت تتم أعمال الاعتيان الدوري ومراقبة نظافة الخزانات ومراقبة سلامة الشبكات في أشد الظروف صعوبة دون اي تأثر بالقصف او الغارات المعادية.

وقد كانت مصالح المياه في الجنوب ، من خلال تعاونها الوثيق مع وحدة التنسيق ، السباقة الى اعتماد برنامج الصحة المدرسية . بحيث كان الاعتيان ومراقبة سلامة المياه يركز مع بداية العام الدراسي على المدارس والتجمعات السكنية . الأمر الذي كان يؤدي في كثير من الحالات الى الكشف عن خزانات أو مآخذ مياه ملوثة فيصار وبالتعاون مع وزارة التربية من خلال المحافظ على تأمين سلامة الخزانات والمشارب.

هذا بالاضافة الى اعتماد مبدأ تأمين سلامة المياه من المصدر الى المستهلك وليس الى العيار وذلك في سبيل السهر على حماية المستهلك من اي خطر قد يداهم مياهه في طريقها من عياره الخاص الى خزانه وحنفيته الخاصة فكان الاعتيان ولمزيد من الحرص على السلامة العامة يتم من حنفية المستهلك . وهذا عامل آخر نتج عنه تأمين الصحة العامة والاقلال من حوادث التلوث.

كذلك وقد تم تجهيز ما يزيد عن ٨٠٪ من مصادر المياه التابعة لاستثمار مصالح المياه في الجنوب بأجهزة تعقيم بغاز الكلور .

ويجدر التنويه بالجهود التي بذلتها كل من مصلحة مياه صيدا ونبع الطاسة في سبيل تجهيز مختبراتها بأجهزة متطورة . بحيث أمكن لكل مصلحة ان تقوم بمتابعة نوعية مياهها وفقا للأصول العلمية.

خصائص المياه في الجنوب :

تشير نتائج الفحوصات الجرثومية التي قامت بها مختبرات المصالح على مصادر المياه التابعة لاستثمارها ، للعام ٢٠٠١-٢٠٠٢ الى سلامة ٦٥-٧٠٪ من المياه الخام جرثوميا(باعتماد غياب الاشريكية القولونية) وسلامة المياه الموزعة بنسبة ٨٠-٩٥٪ (باعتماد وجود مادة الكلور في المياه بنسبة ٠,٢ملغ/ل) في حين أشارت نتائج الدراسة الوطنية الشاملة في عام ١٩٩٦ الى تلوث أكثر من ٦٠٪ من مصادر المياه عموما في الجنوب من الناحية الجرثومية.

ويعود هذا التحسن الى النشاطات التالية :

- حماية مصادر مياه الشفة في الجنوب .
- اعادة تأهيل محطات معالجة المياه (صور- صيدا- الطيبة)
- تجهيز معظم المصادر المائية بأجهزة تعقيم
- مراقبة شبكات توزيع المياه وعمليات التأهيل المستمرة.
- التعاون الوثيق والفعال بين جميع الأطراف المعنية بسلامة المياه لا سيما وزارة الصحة العامة من خلال أطباء الأقضية ، البلديات مع مصالح المياه ومختبراتها.

بينما تشير نتائج الفحوصات الكيميائية على مصادر مياه الجنوب الى سلامة المياه ومطابقتها للمعايير الوطنية والعالمية، باستثناء عاملين يتكرران خاصة في فصل الشتاء وهما اللون والعكارة على بعض المصادر المائية ،وقد أصبح بالامكان معالجتها بعد تأهيل محطات المعالجة في صور ، صيدا والطيبة .

وتعتمد المعالجة على :

- ❖ **التكثيف** : الغرض منه هو تجميع بشكل ترسبات ثقيلة ولها حجم معين للمواد الجيلاتينية الرقيقة التي تحتويها المياه والتي لا يمكن فصلها بدون معالجة.
- ❖ **الترسيب** : الهدف منه هو ازالة أغلبية المواد القابلة للفصل الموجودة اما في المياه الخام أو التي تتكون أثناء عملية التكثيف.
- ❖ **الفلترة** : زودت المحطات بفلاتر رملية تمر عبرها المياه ببطء فتتخلص من الشوائب كالأتربة والحصى والقش وسواها فتصبح نقية صافية.
- ❖ **التعقيم** : اضافة مادة الكلورالغاز لتحمي المياه من أي تلوث قد يصيبها في طريقها الى المستهلك.

نوعية الماء وقبول الناس :

ماذا نعرف عن هذا الدواء المنسي ؟

لدى المواطن في لبنان اعتقاد خاطىء عن ان غنى المياه بالكلس يسبب تكون الحصى في الكلى.

لذلك اقتضى توضيح أمرين هامين :

الأول : بأن معدل نسبة عسرة المياه في محافظة الجنوب يصل الى ٢٥٠ ملغ/ل كاربونات الكالسيوم . وهي بحسب المعايير العالمية تعتبر من المياه القاسية . علما بأن المعدل الذي لا يجب ان نتخطاه بحسب مواصفات منظمة الصحة العالمية هو ٥٠٠ملغ/ل وذلك ليس لدوافع صحية وانما لعوامل من شأنها ان تؤذي تمديدات المياه.

ثانيهما : ان أكثر من ٥٠ دراسة أجريت في ٩ دول قد درست العلاقة ما بين عسرة المياه والصحة. معظم هذه الدراسات قد جرت في بريطانيا والولايات المتحدة وكندا، وقد أظهرت هذه الدراسات بأن الوفيات الناجمة عن أمراض القلب هي أعلى بنسبة ١٥الى ٢٠٪ بين الناس الذين يشربون المياه القليلة العسرة (soft water).

لذلك فان عسرة المياه تعتبر احدى العوامل التي تحمي من أمراض القلب.

بالاضافة الى دراسة اجراها اطباء بلا حدود برنامج بحر ارال (ASAP) في كاراكالبكستان ما بين العامين ١٩٩٨ و٢٠٠١ عن علاقة المياه القاسية بأمراض الحصى وامراض القلب . فتبين أنه فقط ٦,٠٪ يعانون من الحصى البولية علما بان قساوة المياه المستهلكة تراوحت ما بين ٣٨٠ و ٧٣٥ ملغ/ل مع الاشارة أن هذه النسب للحصى البولية قد تعود الى الاستعداد الذاتي أو الى طبيعة الغذاء . وعليه لا علاقة احصائية ما بين عسرة المياه وتكون الحصى.

وفي الختام ان علاقة المواطن وصحته مع وسيلة نقل غذائه ومصدر استمرار حياته تعتبر علاقة تبادلية من ناحية المراقبة والحماية والاستمرار.

المراجع :

دراسة حول نوعية مياه الشفة في لبنان ـ اعداد الدكتورة مي الجردي

* w.w.w .msf. org /aralsea /ord summary /htm

* drinking water and health - www.execpc.com/~cc/exhibit.htm

الصرف الصحي: مشاكل وحلول

إعداد : المهندس إسماعيل مكي

- دبلوم في هندسة الأشغال العامة من كلية الهندسة في جامعة القديس يوسف في بيروت (ESIB).
- دراسات معمقة للأبنية المقاومة للزلازل (ESIB).
- التأهيل لدراسات الخطوط الثانوية الهاتفية المنظمة من وزارة البرق والبريد مع SOFRECOM.
- دراسات عليا في علم المياه (ESIB).

١٩٨١ شركة عبد الرحمن حورية

ـ تنفيذ الاتوستراد بين خلدة والدامور الصفة مهندس مواد.

١٩٨٣ ـ ١٩٩٣ المكتب الهندسي للتنظيم والأشغال العامة

ـ دراسة وإشراف: شبكات المياه والمجاري وتصريف مياه الأمطار والإنارة وآبار ارتوازية وخزانات ومباني وخطوط ثانوية هاتفية ومنشآت بحرية في مناطق مختلفة من لبنان.

١٩٩٣ ـ ١٩٩٦ هوارد هامفريز وشركاه/ المكتب الفني للإنماء

ـ دراسة المشاريع المائية العائدة للبروتوكول الفرنسي.

ـ دراسة المشاريع المائية العائدة لخطة النهوض للسنتين الثانية والثالثة.

١٩٩٦ ـ ١٩٩٧ جامعة القديس يوسف

ـ دراسات عليا في علم المياه.

١٩٩٧ ولتاريخه مجلس الانماء والاعمار

ـ قطاعي المياه والصرف الصحي والبيئة

١- مقدمة

ان قطاع الصرف الصحي اشبه بالولد اليتيم الذي تنقل في حياته من وصاية الى اخرى مما زاد حدة المشكلة وتراكمت السلبيات.

فبدأت المصلحة الوطنية للتعمير ثم وزارة الاسكان وبعدها وزارة الموارد المائية والكهربائية ودخل مجلس الانماء والاعمار عليها ومن ثم وزارة الشؤون البلدية والقروية واليوم بعهدة وزارة الطاقة والمياه (الموارد المائية والكهربائية سابقا) هذا دون ذكر البلديات. الامر الذي خلق مناخا غير مشجع لدى اكثرية المواطنين.

٢ - المشاكل :

قبل البدء بالحديث عن مشاريع الصرف الصحي في جبل لبنان، لا بدّ من التذكير بواقع هذا القطاع الذي يمكن تلخيصه كما يلي :

- ❖ غياب تام لمنشآت تكرير المياه المبتذلة قبل تصريفها في المحيط الطبيعي،
- ❖ وجود شبكات للصرف الصحي في بعض المناطق ما يؤدي الى تجميع المياه المبتذلة وتصريفها بطريقة عشوائية ودون أية معالجة في الوديان والأنهر وعلى الشواطىء وهذا ما يشكل مصدر تلوث مهم للبيئة وللثروة المائية السطحية والجوفية.
- ❖ عدم وجود أية شبكات في بعض المناطق ما يؤدي الى النتيجة المشار اليها أعلاه وهي تصريف المياه المبتذلة في المحيط الطبيعي،
- ❖ وجود آبار يتم تصريف المياه المبتذلة فيها.
- ❖ اكثرية المصانع غير مجهزة لتكرير المياه المبتذلة الناتجة عنها.
- ❖ وجود محطة تكرير اولية دون شبكات.
- ❖ وجود شبكات ومصبا بحريا دون محطة تكرير.

ولمعالجة هذا الوضع، أطلق مجلس الإنماء والاعمار، بالتعاون مع الوزارات المعنية، عدداً من الدراسات والمشاريع الهادفة إلى تجميع وتكرير المياه المبتذلة قبل تصريفها في المحيط الطبيعي وقام بتأمين التمويل اللازم لتنفيذ الأشغال وباشر بتلزيم بعض

المشاريع آخذاً بعين الاعتبار تأمين الصيانة والتشغيل اللازمين لضمان حسن عمل هذه المنشآت بعد وضعها في الخدمة. الا ان الامور التي تعيق تقدم العمل هي التالية:

- ❖ عدم وجود آلية لتطبيق القوانين العائدة للصرف الصحي.
- ❖ عدم تقييم اكثرية المواطنين اهمية التكرير.
- ❖ الانانية واعطاء المصالح والاستثمارات الشخصية الاولية المطلقة.
- ❖ تدخل بعض السياسيين بالامور الفنية.
- ❖ عدم وجود الثقة بالحلول المطروحة وببرمجتها.
- ❖ عدم توفر الاعتمادات في الوقت المناسب.

فيما يلي عرض مفصّل للخطة المتبعة من قبل مجلس الإنماء والاعمار في قطاع الصرف الصحي، للمشاريع التي أنجزت ولتلك الجاري تنفيذها حالياً وللمصاعب التي تمت مواجهتها خلال فترات تحضير وتنفيذ المشاريع.

٣ - الحلول

٣-١ القانون :

صدق مؤخرا قانون دمج مصالح المياه في لبنان وتنظيم وزارة الطاقة والمياه واصبح قطاع الصرف الصحي من مهام هذه المصالح تحت وصاية وزارة الطاقة والمياه وهذه الخطوة لهي الاهم في المطلق اذ اصبح عمل قطاع المياه موحدا ومجديا.

٣-٢ حول المخطط التوجيهي للصرف الصحي :

بعد تنفيذ البرنامج الوطني العاجل للإعمار وما نتج عنه من مشاريع تهدف إلى تأهيل وتوسعة منشآت وتوزيع وتنقية مياه الشرب الموزعة على كافة المناطق اللبنانية، باشر مجلس الإنماء والإعمار بإطلاق عدد من مشاريع تجميع وتكرير المياه المبتذلة وذلك ضمن خطة شاملة تستند على مخطط توجيهي تم إعداده خلال العام ١٩٨٢ وتم تحديثه خلال العام ١٩٩٤.

أما أسس ومبادئ هذه الخطة فهي ناتجة عن طبيعة البلاد وتضاريسها وعن التوزع السكاني وخاصة وجود التجمعات السكنية المهمة على الساحل أو على السفوح الغربية لسلسلة الجبال الغربية. وقد خلص المخطط التوجيهي الى وجوب إنشاء ٥محطات تكرير ساحلية وذلك لاستيعاب المياه المبتذلة الناتجة عن المدن الرئيسية وعن التجمعات

السكانية المحيطة بها، والتي يمكن جرّ أكثرية مياهها بالجاذبية. وهذه المحطات تقع في: جبيل، كسروان، الدورة (شمال بيروت)، الغدير (جنوب بيروت)، ساحل الشوف،

وبتنفيذ هذه المحطات الساحلية وشبكات الصرف الصحي العائدة لها، تكون مشكلة الصرف الصحي قد حلّت لأكثر من٪٦٥بالمائة من سكان جبل لبنان المتوقعين للعام ٢٠٢٠.

بالإضافة الى المحطات الساحلية، تم تحديد عدة محطات تقع في التجمعات السكنية الواقعة داخل المحافظة نذكر منها قرطبا، حراجل، الخنشارة، بعبدات، الباروك، دير القمر، مزرعة الشوف . ومع إنشاء هذه المحطات الإضافية يكون تكرير المياه المبتذلة مؤمناً لأكثر من ٨٠ بالمائة للسكان في العام ٢٠٢٠.

أما المناطق المتبقية والتي تضمّ ٢٠ بالمائة من السكان فهي بحاجة الى حوالي الـ ٢٥ محطة لتكرير المياه المبتذلة الناتجة عنها وهي محطات صغيرة الحجم بمعظمها يعود عددها الكبير نسبياً الى التوزع الجغرافي للقرى والبلدات الواقعة في الداخل والى طبيعة تضاريسها.

٣-٣ حول تقدم العمل في قطاع الصرف الصحي :

استناداً على توصيات المخطط التوجيهي، عمل مجلس الإنماء والإعمار، في مرحلة أولى، على تأمين التمويل وعلى تنفيذ المحطات التي تساهم في حل القسم الأكبر من مشكلة الصرف الصحي في جبل لبنان أي تلك التي تستوعب المياه المبتذلة الناتجة عن حوالي ٨٠ بالماية من السكان علماً أن المجلس عمل أيضاً على تأمين التمويل اللازم لتنفيذ الشبكات المؤدية الى هذه المحطات.

أما ما تم انجازه حتى اليوم فهو تنفيذ محطة الغدير بمرحلتها الاولى (جنوبي بيروت) وتلزيم محطتي جبيل، ساحل الشوف،

ويعمل المجلس حالياً على تأمين التمويل اللازم لتنفيذ المحطات الساحلية الأخرى في الدورة شمال بيروت، وفي كسروان وتطوير محطة الغدير هذا بالإضافة الى تمويل عدد من المحطات الأخرى الواقعة داخل المحافظة. من هذه المحطات نذكر محطات حراجل، قرطبا، مزرعة الشوف،

كما تجدر الإشارة أخيراً الى أنه في سياق دراسة المحطات الواقعة في الداخل، يقوم مجلس الإنماء والإعمار بتحديد عدد وحجم هذه المحطات وتقنيات التكرير الواجب اعتمادها لكي تتماشى مع الامكانات المادية والبشرية المتوفرة مع الإصرار على أن تكون عمليات صيانة وتشغيل هذه المنشآت عمليات سهلة وقليلة الكلفة.

٣-٤ حول تصميم وتنفيذ المشاريع :

تم اطلاق مشاريع الصرف الصحي وتكرير المياه المبتذلة بعد اعداد دراسات تفصيلية شملت العناصر التالية :

❖ تحديد الشبكات اللازمة لتجميع المياه المبتذلة علماً أن جهداً كبيراً قد بذل لجرّ المياه بالجاذبية وتحاشي انشاء عدد كبير من محطات الضخّ،

❖ تحديد مواقع محطات التكرير وتحديد تقنيات التكرير الواجب اعتمادها ودراسة تأثيرها على البيئة والعمل على التقليل من تأثير منشآت المحطة على محيطها،

❖ تحديد خصائص المصبات البحرية للمحطات الواقعة على الشاطىء،

❖ تحضير ملفات تلزيم الأشغال وملفات تلزيم أعمال الصيانة والتشغيل.

ومع تقدّم الدراسات واجه المجلس صعوبات عديدة لتحديد مواقع محطات التكرير وخاصة تلك العائدة للمحطات الساحلية والتي كان لها تأثير مباشر على الخيارات المتاحة لتحديد تقنية التكرير الواجب اعتمادها إذ أن المواقع المتوفرة قليلة جداً نظراً للكثافة السكانية التي تتميز بها المنطقة الساحلية.

أما الخيارات النهائية لمواقع المحطات ولتقنيات ومنشآت التكرير فأتت نتيجة دراسات فنية، اقتصادية وبيئية مفصلة حرصت على التقليل من تأثير المحطات على محيطها وأخذت بعين الاعتبار كلفة المنشآت وكلفة صيانتها وتشغيلها لعدة سنوات.

وبناءً عليه، اعتمدت دراسات وملفات تلزيم محطات التكرير ما يلي :

❖ إنشاء محطات تتلاءم مع البيئة المجاورة وذلك بعد دراسة المساحات المتوفرة للمنشآت المقرر تنفيذها حالياً وتلك العائدة لتوسعة المحطات مستقبلاً،

❖ تغطية المنشآت المعرضة لتسريب الروائح وتزويدها بتجهيزات لتنقية الهواء،

❖ معالجة الوحول الناتجة عن عمليات التكرير،

❖ إنشاء مصبات بحرية تؤمن حماية الشواطئ والبيئة البحرية من التلوث وتحول دون ارتداد التلوث الى الشاطئ نتيجة التيارات البحرية.

مع الاشارة الى أن معظم المحطات هي محطات تكرير ثانوية **(Traitement Secondaire)** تعتمد تقنيات تكرير بيولوجية نذكر منها تقنية الـ **Boues Activées** والـ **Biofiltres.** وقد صممت المحطات لتؤمن تكريراً للمياه المبتذلة يتناسب مع المعايير العالمية المعترف بها في الإتفاقيات الهادفة الى الحد من تلوث البحر المتوسط والتي تمّ توقيعها من قبل الدولة اللبنانية ويضمن الحد من التلوث الجرثومي بحيث يمكن تصريف المياه عبر مصبّ

بحري أو في مجاري الانهر دون تشكيل أي خطر على البيئة وعلى المياه الجوفية أو السطحية أو البحر.

٣ ـ ٥ حول معالجة الوحول الناتجة عن التكرير :

أما بالنسبة للوحول الناتجة عن عملية التكرير فان مجلس الإنماء والاعمار يقوم حالياً باعداد مخطط توجيهي لمعالجة هذه الوحول والتخلص منها وذلك بالتعاون مع الوزارات المعنية (وزارة الصحة العامة، وزارة الطاقة والمياه، وزارة الزراعة، وزارة البيئة ووزارة الداخلية). أما الخيارات التي تجري دراستها حالياً فهي استعمال الوحول في المجال الزراعي أو التخلص منها بواسطة محارق خاصة في الاماكن حيث لا يمكن استعمالها في الزراعة.

٣ ـ ٦ حول صيانة وتشغيل المحطات :

ولضمان فعالية وصحة تشغيل منشآت محطات التكرير فقد أدرج مجلس الإنماء والإعمار عمليات الصيانة والتشغيل لمدة عدة سنوات في عقود المتعهدين الذين يقومون بتنفيذ الأشغال وذلك وفق دفتر شروط يحدد المهام وأعمال الصيانة اللازمة لتأمين تشغيل ملائم للمنشآت وللمعدات.

وخلال هذه المدة يقوم المتعهدون أيضاً بتدريب فرق عمل لبنانية يمكنها تولي عملية التشغيل والصيانة لاحقاً. وهذه تجربة خاضها مجلس الإنماء والإعمار سابقاً في محطات تنقية مياه الشرب إذ تبين أن فرق العمل اللبنانية قادرة على القيام بأعمال الصيانة والتشغيل على أكمل وجه في حال تأمنت لها الإمكانية المادية والبشرية اللازمة لهذه الغاية.

أما بالنسبة للخيارات الأخرى المتاحة لصيانة وتشغيل المحطات فهناك عدة اتجاهات يمكن اعتمادها ومنها تلزيم هذه العمليات لشركات خاصة أو تسليم المحطات الى مصالح المياه الموحدة التي تم إنشاؤها ضمن إعادة تنظيم قطاع المياه في لبنان.

وهنا تجدر الإشارة إلى أن حسن عمل المحطات يتوقف على نوعية المياه الواردة إليها وبالتالي فانه من الضروري أيضاً تأمين صيانة صحيحة لشبكات الصرف الصحي وتحاشي تسرب مياه الشتاء اليها إذ أن وصول كميات كبيرة من هذه المياه الى المحطات يمكن ان يؤدي الى بعض الخلل في عملية التكرير. كما أن مراقبة الشبكات وصيانتها تحول دون تسرب المياه المبتذلة الى المحيط الطبيعي.

كما أن الموضوع الاهم يبقى وصل المياه المبتذلة الصناعية إلى شبكات الصرف الصحي

اذ ان محطات التكرير ليست معدة لاستقبال كميات كبيرة من هذه المياه علماً ان السياسات المتبعة عالمياً في هذا المجال تتجه نحو إجبار المصانع على إنشاء محطات تكرير خاصة بها تؤمن تكرير المياه الناتجة عنها قبل إلقائها في شبكات الصرف الصحي.

٣ ـ ٧ حول التمويل :

باشر مجلس الإنماء والاعمار بتأمين الاعتمادات اللازمة لتنفيذ خطة الصرف الصحي بواسطة قروض ميسرة من دول ومنظمات عديدة نذكر منها البنك الاسلامي (شبكات محطة تكرير الغدير ضمن مشروع مجاري بيروت الكبرى)، البنك الاوروبي للتثمير (محطة او شبكات ضمن مشروع بيروت الكبرى) ، الصندوق الالماني Kfw (محطة الغدير)، الحكومة الفرنسية (محطات بعبدات، جبيل، ساحل الشوف) والحكومة الايطالية (محطتي مزرعة الشوف وقرطبا) هذا بالاضافة الى الاعتمادات المؤمنة من الحكومة اللبنانية. ويتابع المجلس العمل حالياً لتأمين التمويل اللازم لتنفيذ محطات وشبكات اضافية منها محطات الدورة (شمال بيروت) ومحطات كسروان،

٣ ـ ٨ حول عملية تلزيم الأشغال:

يتم تلزيم الأشغال بموجب مناقصات مفتوحة للشركات المتخصصة في مجالات الصرف الصحي وتكرير المياه المبتذلة والتي تملك امكانيات تقنية ومالية وبشرية كافية لضمان انجاز المشاريع ووضعها في الخدمة.

تعتمد المناقصات مبدأ المباراة (Programme Concours) الذي يحدد المواصفات الفنية للمحطة ونوعية المياه المكررة وتقنية التكرير الواجب اعتمادها ويطلب من المشتركين في المباراة تقديم تصوراتهم وتصاميمهم للمحطة وتقديم كلفة إنشائها وصيانتها وتشغيلها.

٤ ـ خلاصة :

أن الخطوات المتخذة حتى اليوم من قبل مجلس الإنماء والاعمار، وتلك التي يتم التحضير لها حالياً، سوف تساهم مساهمة فعالة في تحسين وضع الصرف الصحي وحماية البيئة ومصادر المياه وهي الدليل على الصدقية والمسؤولية التي تعتمدها المؤسسات الرسمية لمعالجة هذا الموضوع ان على مستوى المخططات الموضوعة أو على صعيد حسن التنفيذ والمتابعة.

ولكن التقدم في هذا المجال لا يقع فقط على عاتق الإدارات والمؤسسات الرسمية بل هو رهن أيضاً بتعاون هيئات المجتمع المدني والقطاعات الاقتصادية التي بإمكانها لعب دور مهم في حل مشكلة الصرف الصحي في لبنان.

تفصيل مشاريع مياه الشرب في محافظتي النبطية والجنوب

اسم المشروع	الموقع/المستفيد	وضعية التمويل	مصدر التمويل الخارجي	القيمة التقديرية للمشروع (بالدولار الاميركي)
مياه الشرب ١.١				١٢٨.٥٢٥.٠٠٠
استكمال برنامج تأهيل وإنشاء وأنظمة مياه الشرب في المناطق				٦٤.٥٢٥.٠٠٠
استكمال تأهيل وإنشاء شبكات وأنظمة مياه الشرب في المناطق خارج بيروت الكبرى				٦٤.٠٠٠.٠٠٠
الجنوب				١.٧٠٥.٠٠٠
مشروع مياه الشرب في جزين	جزين والمناطق المجاورة	ممول/ خطة خمسية	AFD	١.٧٠٥.٠٠٠
النبطية				٦٢.٨٢٠.٠٠٠
تأهيل وتطوير أنظمة المياه والمجاري في النبطية	النبطية والمناطق المجاورة	مقترح		٢٦.٣٣٠.٠٠٠
أعمال حصر نبع الطاسة وخط جر	النبطية والمناطق المجاورة	موجود	AFD	٣.٣٣٠.٠٠٠
مشروع مياه الشرب في الهبارية	حاصبيا والمناطق المجاورة	موجود	AFD	٧.٥٠٠.٠٠٠
توسع وتطوير محطة التكرير في الطيبة	المناطق المستفيدة من مصلحة مياه جبل عامل	ممول/ خطة خمسية	IDB	١٥.٠٠٠.٠٠٠
مشاريع مياه الشرب في مصلحة جبل عامل	أقضية مرجعيون وبنت جبيل ومنطقة شبعا	ممول/ خطة خمسية	IDB	١٣.٣٩٠.٠٠٠
تطوير مصادر المياه				٦٤.٠٠٠.٠٠٠
استكمال دراسة حوض أنان وتنفيذ أشغال المرحلة الأولى من المشروع	أقضية النبطية وصور وصيدا			٤٤.٠٠٠.٠٠٠
بحيرة العزبية	قضاء جزين	قانون برنامج وزارة الطاقة والمياه/ خطة خمسية		١٠.٠٠٠.٠٠٠
بحيرة لبعا ـ جنسنايا	قضاء جزين	قانون برنامج وزارة الطاقة والمياه/خطة خمسية		١٠.٠٠٠.٠٠٠
مياه الشرب ١.١				٣٠.٩٦٣.٢٩٩
استكمال برنامج تأهيل وإنشاء وأنظمة مياه الشرب في المناطق				٣٠.٩٦٣.٢٩٩
استكمال تأهيل وإنشاء شبكات وأنظمة مياه الشرب في المناطق خارج بيروت الكبرى				٣٠.٩٦٣.٢٩٩
الجنوب				٣٠.٩٦٣.٢٩٩
تأهيل وتطوير أنظمة المياه في صور المدينة	صور والمناطق المجاورة	ممول	AFSED	٢.٦٠٦.٦٦١
تأهيل وتطوير أنظمة المياه في صور الريفية	القسم الريفي من قضاء صور	ممول	AFSED	٢٣.٦٦٩.٤٦٢
تأهيل وتطوير أنظمة المياه في صيدا	مدينة صيدا والمناطق المجاورة	ممول	AFSED	٤.٦٧١.١٧٦

تفصيل مشاريع مياه الصرف الصحي في محافظتي النبطية والجنوب

اسم المشروع	الموقع/المستفيد	وضعية التمويل	مصدر التمويل الخارجي	القيمة التقديرية للمشروع (بالدولار الاميركي)
الصرف الصحي ١.٢				٨٨.٥٥٠.٠٠٠
برنامج حماية الشواطئ اللبنانية				٤٩.٠٠٠.٠٠٠
أنظمة الصرف الصحي في المدن الساحلية الرئيسية				٤٩.٠٠٠.٠٠٠
دراسة إنشاء محطة التكرير وشبكات المياه المبتذلة في منطقة الصرفند	قضاء صيدا			٣.٠٠٠.٠٠٠
المصب البحري في صيدا	مدينة صيدا والمناطق المجاورة	ممول/ خطة خمسية	JBIC	١٦.٠٠٠.٠٠٠
محطة المعالجة وشبكات الصرف الصحي لصور	صور وضواحيها	موعود	EIB	٣٠.٠٠٠.٠٠٠
برنامج حماية مصادر المياه من التلوث				٢٣.٥٥٠.٠٠٠
محافظة النبطية				٢٣.٥٥٠.٠٠٠
محطتي تكرير وشبكات المياه المبتذلة في شقرا وبنت جبيل والقرى المجاورة	قضاء بنت جبيل	ممول /خطة خمسية	Italian Protolo	٦.٤٥٠.٠٠٠
شبكات المياه المبتذلة التابعة لمحافظة النبطية	النبطية والمناطق المجاورة			٨.٠٠٠.٠٠٠
محطة تكرير وشبكات المياه المبتذلة في حاصبيا والقرى المجاورة	حاصبيا والمناطق المجاورة	ممول /خطة خمسية	Italian Protocol	٥.٥٠٠.٠٠٠
محطة تكرير وشبكات المياه المبتذلة في جباع والقرى المجاورة	جباع والمناطق المجاورة	ممول /خطة خمسية	Italian Protocol	٣.٦٠٠.٠٠٠
محطة تكرير وشبكات المياه المبتذلة في مرجعيون، الخيام والقرى المجاورة	مرجعيون، الخيام والمناطق المجاورة	موعود	IDB	٨.٠٠٠.٠٠٠
محطة تكرير وشبكات المياه المبتذلة في جزين والقرى المجاورة	جزين والمناطق المجاورة	مقترح	AFD	٦.٥٠٠.٠٠٠
الصرف الصحي ١.٢				١٧.٤٠١.٢٤٠
برنامج حماية الشواطئ اللبنانية				٩.٤٩٢.٥٩٥
أنظمة الصرف الصحي في المدن الساحلية الرئيسية				٩.٤٩٢.٥٩٥
إنشاء محطة التكرير وشبكات المياه المبتذلة في منطقة صيدا	مدينة صيدا والمناطق المجاورة	ممول	JBIC	٩.٤٩٢.٥٩٥
برنامج حماية مصادر المياه من التلوث				٧.٩٠٨.٦٤٥
محافظة النبطية				٧.٩٠٨.٦٤٥
محطة تكرير المياه المبتذلة في النبطية	النبطية والمناطق المجاورة	ممول /خطة خمسية	French Protolo	٧.٩٠٨.٦٤٥

الندوة الرابعة

عنوان الجلسة:

المياه في محافظة البقاع

- **كلمة مدير الندوة**
  الدكتور هيكل الراعي
- **المصادر السطحية والجوفية للمياه**
  المهندس كمال قرع
- **مشاريع الري**
  المهندس زياد حجار
- **مياه الشفة**
  المهندس مروان الزغبي
- **موضوع الصرف الصحي - مشاكل وحلول**
  المهندس حسن جعفر

كلمة مدير الندوة

الدكتور هيكل الراعي
رئيس مجلس إدارة ـ مدير عام
مؤسسة مياه البقاع

تحتل مشكلة المياه الحيز الأكبر من الاهتمام على المستويات كافة. ذلك لأن توفر كميات كافية من المياه وبنوعية جيدة يعتبر من العناصر الأساسية في التنمية الاقتصادية والاجتماعية ومن عوامل الاستقرار السياسي. فهذه السلعة الحياتية بامتياز أصبحت مع ازدياد عدد السكان وتطور العمران، من السلع النادرة التي يزداد الطلب عليها يوماً بعد يوم. ويشير بعض الباحثين إلى أنه إذا ما استمرت الأوضاع على حالها لجهة عدم التوازن بين كمية المياه المطلوبة للاحتياجات المنزلية والزراعية والصناعية والسياحية وبين كمية المياه المتاحة أو المتوفرة، فإن نزاعات وحروب يمكن أن تنشأ للسيطرة على الموارد المائية واستغلالها. فالحروب على المياه يمكن ان تكون إحدى سمات القرن الحالي.

أيها السيدات والسادة

إن قراءة سريعة للإحصاءات والمعطيات العلمية المختلفة المصادر حول واقع المياه في لبنان تشير إلى الحقائق التالية:

١ـ إن التقديرات المختلفة حول المياه في لبنان تقول أن كمية المياه المتاحة نظرياً لا تتجاوز ٢٦٠٠ مليون م٣ في السنة، لا يمكن إستثمار أكثر من ٢٠٠٠ مليون م٣ منها.

٢ـ إن المياه المستهلكة في لبنان حالياً (حوالي ١٣٠٠ مليون م٣) لا تزيد عن ٥٠٪ من كمية المياه المتاحة.

٣ـ إن حاجات لبنان المستقبلية من المياه يمكن أن تصل إلى حوالي ٤٠٠٠ مليون م٣ في السنة إذا ما استثمرت الأراضي الصالحة للزراعة.

٤ ـ إن قطاع المياه في لبنان يواجه صعوبات فنية ومالية وإدارية ومؤسساتية تعيق تأمين المياه بصورة طبيعية للمواطنين.

٥ ـ إن كل الجهود التي بذلت خلال السنوات العشر الماضية لم تؤد إلى توفير المياه السليمة لجميع اللبنانيين (أنفق ما مجموعة ٤٠٩ مليون دولار على مشاريع مياه الشرب وحوالي ٩٠٠ مليون دولار على مشاريع الصرف الصحي والنفايات الصلبة).

٦ـ إن لبنان يعاني أزمات مائية متعددة الجوانب. فبالإضافة إلى الشح هناك الهدر والتلوث (٦٠ إلى ٧٠٪ من مصادر المياه والشبكات في لبنان معرضة للتلوث الجرثومي) والسرقات الداخلية بالإضافة إلى السرقة الإسرائيلية لجزء من مياهه.

٧ـ إن استغلال المياه الجوفية بشكل عشوائي ومكثف، في ظل غياب القوانين والأنظمة الرادعة، أثّر على الخزانات الجوفية وعلى الينابيع، وأدى إلى تسرّب مياه البحر إلى المياه الجوفية (تقدر كميات المياه الجوفية القابلة للاستثمار بما بين ٤٠٠ و١٠٠٠ مليون م٣ في السنة).

٨ ـ إن الفرد في مدن الولايات المتحدة الأميركية وبعض الدول الأوروبية يستهلك بين ٦٠٠ و ٧٠٠ ليتر من المياه يومياً مقابل ماية ليتر كمعدل وسطي للفرد اللبناني.

أيها السيدات والسادة

لن أتلو على مسامعكم كل الأفكار والاقتراحات التي تجمعت لدي حول السياسة المائية المتكاملة الواجب اتباعها. فالدراسات والأبحاث والمحاضرات والكتب كثيرة في هذا المجال وهي غنية بما هو مطلوب. ولكن، إسمحوا لي أن أشير إلى صلب المشكلة، وهي مسألة القرار في ما يتعلق بالمياه واستثمارها، ومن يتخذه، ولمصلحة من. فطالما لم يتأمن لقطاع المياه إدارة سليمة تستطيع تأمين التخطيط والتنفيذ والتشغيل والصيانة بفاعلية وبعيداً عن الأزدواجية، وطالما أننا نعيش في دولة فدرالية الطوائف والمذاهب والمناطق والعائلات، وطالما أن المصالح الذاتية والفئوية واستغلال السلطة والنفوذ هي التي تتحكم بمجمل قراراتنا، وطالما أن عناصر الإفساد والفساد والهدر والسرقة لا تزال موجودة في إداراتنا، وطالما أننا ننتج أفضل الدراسات ولا نلتزم بمضمونها، وطالما أن الطلاق قائم بين النظريات وتطبيقاتها، فإن مشاكلنا المائية سوف تبقى قائمة وسوف تتعقد وتزداد صعوبة خلال السنوات المقبلة.

أيها السيدات والسادة:

رغم حالة التشاؤم التي تظهرها قراءة الواقع السياسي والاقتصادي والإداري، فإن بريق أمل لا يزال ينبعث من مكان ما، من أفكار ورؤى طرحها ودافع عنها وناضل من

أجلها الباحث العالم والخبير المتميز المهندس إبراهيم عبد العال، الذي تكوكبت حول تراثه العلمي مجموعة من المؤمنين بنهضة هذا الوطن وبغد مشرق لكل أبنائه فكانت "جمعية أصدقاء إبراهيم عبد العال".

من هنا جاءت ندوتنا هذه التي تجمع نخبة من المهندسين المتخصصين الذين لم يتعبوا من البحث والتنقيب والتنبيه والإرشاد. فهم بما امتلكوا من معارف وبما اختزنوا من خبرات سوف يضيئون في هذه الأمسية ليلنا الحالك عبر مداخلات تتناول واقع المياه في محافظة البقاع.

المصادر السطحيّة والجوفيّة للمياه في البقاع

إعداد: المهندس كمال قرعة

- حاصل على دبلوم هندسة زراعيّة من المدرسة الوطنيّة العليا للزراعة في مونبيلييه (فرنسا) في العام ١٩٧١.
- عمل من العام ١٩٧٢ ـ ١٩٧٦ على مشروع ري لبنان الجنوبي بصفة خبير مرادف للخبير الزراعي لبرنامج الأمم المتحدة للإنماء.
- رئيس دائرة لبنان الجنوبي في مصلحة التجهيز الريفي (١٩٧٦ - ١٩٨٣).
- منذ العام ١٩٨٣ رئيس مصلحة التجهيز الريفي في المصلحة الوطنيّة لنهر الليطاني.
- شارك في مصلحة الليطاني من خلال مسؤوليّاته في دراسة مشاريع ري الليطاني في جنوب لبنان والبقاع: دراسات تربة وإستصلاح أراضي، دراسات زراعيّة وإقتصاديّة، دراسات جدوى إقتصاديّة، دراسات ريّ، تجارب زراعيّة في حقلي لبعا والقرعون، مشاريع تحرش في محيط بحيرة القرعون.
- كخبير ري وزراعة، شارك مع مكاتب الدراسات في عدّة دراسات مواضيعها تتعلق بـ:
  - إعادة تأهيل مشاريع الري الحالية.
  - جدوى إقتصاديّة لمشاريع مستقبلية.
  - إدارة المشاريع الحاليّة.
  - وضع نظم تعرفة لمشاريع الري.
  - تنظيم وإدارة مصالح مياه الشفة والري.

يشمل العرض مصادر المياه السطحيّة و الجوفيّة في البقاع:
- إمكانيات البقاع المائيّة.
- حاجات البقاع من المياه:الشفة والزراعة.
- الميزانيّة المائيّة للبقاع.
- علاقة المصادر بالمتساقطات من خلال مثلين:
  - ❖ المياه السطحيّة: سد القرعون
  - ❖ المياه الجوفيّة : آبار الضفّة اليسرى.

١ـ المناطق المائيّة : يقسّم لبنان إلى منطقتين مائيتين متوسّطية (السفوح الغربيّة) وداخليّة تفصل بينهما قمم سلسلة جبال لبنان (السلسلة الغربيّة)، جبل الباروك، جبل نيحا جبل عامل. المنطقة المتوسطيّة (منطقة السفوح الغربيّة) تتعرّض سفوحها الغربيّة لمناخ البحر الأبيض المتوسط و تمتاز برطوبتها المرتفعة نسبة إلى المنطقة الداخليّة. (الخريطة رقم ١). تحظى هذه الأخيرة بثلث المتساقطات فقط نسبة لمجموع الجريان في لبنان. الجدول رقم ١ يعطي النسب المؤيّة من مجموع لبنان للمساحة، المتساقطات، الخسائر، الجريان السطحي و الجوفي لكل منطقة.

جدول رقم ١
نسب مئوية لمجموع لبنان

المنطقة	المساحة	كمية الأمطار	الخسائر	الجريان السطحي	الجريان الجوفي	مجموع الجريان
المتوسطيّة	٥٣,٩٢	٦٦,٣٣	٦٣,٦٤	٧٦,٩٢	٦٦,٦٧	٦٩,٧٧
الداخليّة	٤٦,٠٨	٣٣,٦٧	٣٦,٣٦	٢٣,٠٨	٣٣,٣٣	٣٠,٢٣

٢ ـ المصادر المائيّة للمنطقة الداخليّة:

٢ـ١ـ الأحواض المائيّة الجوفيّة: تقسّم المنطقة الداخليّة إلى أثني عشر حوضا مائيا (الخريطة رقم ٢). الجدول الملحق رقم ١ يعطي تفصيلاً للمتساقطات، مايجرى منها سطحياً، الجريان الجوفي، الخسائر و المخزون الجوفي العام الممكن إستثماره. تبلغ كميّة الجريان السطحي المباشر من الأمطار في السنة المتوسّطة حوالي ٣٠٠ مليون متر مكعب. أمّا الجريان الجوفي فيبلغ حوالي ١٠٥٠ مليون متر مكعب. يلاحظ أن خمسة من الأحواض لا يمكن أن تؤمّن مخزوناً يستثمر.

الجدول رقم ٢ يعطي مقارنة للمنطقة الداخليّة مع المنطقة المتوسطيّة لجهة الخسائر و الجريان و المخزون.

جدول رقم ٢
كميّات الأمطار و المياه في المنطقة الداخليّة ومقارنتها بالنسبة المئويّة مع المنطقة المتوسّطيّة

المنطقة	كمية الأمطار	الخسائر	الجريان السطحي	الجريان الجوفي	مجموع الجريان
المتوسطيّة ٪	١٠٠,٠٠	٥٣,٨٥	١٥,٣٨	٣٠,٧٧	٤٦,١٥
الداخليّة ٪	١٠٠,٠٠	٦٠,٦١	٩,٠٩	٣٠,٣٠	٣٩,٣٩
الفارق بين المنطقتين		٦,٧٦	ـ ٦,٢٩	ـ ٠,٤٧	

من الملاحظ أن نسبة الجريان الجوفي هي نفسها في كلا المنطقتين. الفارق في الجريان السطحي بين المنطقتين يظهر في خسائر هذه الأخيرة.

أهم الخزّانات الجوفيّة في المنطقة الداخليّة هي (الخريطة رقم ٣):

٢ـ١ـ١ـ السفح الشرقي للسلسلة الغربيّة: طبيعة الصخور الكلسية الكارستيّة المرشحة للماء، الموجودة في هذه السفوح، تسمح للمياه بالتسلل إلى أعماق الأرض وتعود لتظهر على طول فالق اليمّونة بينابيع أهمها من الشمال إلى الجنوب:البقيعة، وادي عودين، جباب الحمر، عيون أرغش، اليمونة، قاع الريم، قب الياس، الخريزات، مشغرة و غلّة.

مجموع المخزون لهذه السفوح ٦١٦,٩ مليون متر مكعب (م م م).

٢-١-٢- السفح الغربي لسلسلة جبال لبنان الشرقيّة: لها خصائص السلسلة الغربيّة لناحية تكوين الصخور الكلسيّة بحيث تتغلغل المياه إلى الأعماق و تعود لتظهر، في المناطق السفليّة على أطراف سهل البقاع حيث الإحتكاك ما بين السينومانيان و مارن السينونيان، بواسطة ينابيع رأس بعلبك، الفاكهة، العين، اللبوة، بعلبك، شمسين و عنجر.

مجموع المخزون لهذه السفوح ٢٨١,٨ م م م.

٢-١-٣- المنطقة الوسطيّة من سهل البقاع: من الناحية الجيولوجيّة هي ناتجة عن تعبئة حديثة غير قابلة للإختراق من المياه و لا تحتوي على مصادر للمياه إلاّ نادراً.

هذه الطبقة ترتكز على طبقة كلسيّة قابلة للإمتصاص من الإيوسن وهي غنيّة بالمياه حيث يمكن الوصول إليها. تمتد هذه الطبقة بصورة متقطّعة من حدود بعلبك و حتى مرجعيون. أهم الينابيع التي ترشح منها هي عين الزرقا واطي القرعون و هي المنفذ الأهم لجبل العربي.

مجموع المخزون للمنطقة ١٠٤,٦ م م م.

المجموع العام للمخزون الجوفي لمياه المنطقة الداخليّة ١٠٠٣,٣ م م م.

٢ - ٢ المياه السطحيّة: مياه المنطقة الداخليّة محصورة بين قمم السلسلة الغربيّة والسلسلة الشرقيّة ولا منفذ لها سوى شمالاً و جنوباً.

تبعاً للإنحدار الذي يأخذه سهل البقاع بالقرب من مدينة بعلبك، شمالاً بإتجاه الحدود السوريّة وجنوباً بإتجاه مرجعيون و الحدود مع فلسطين؛ يمكن قسمه إلى شمالي وجنوبي.

لذلك فإنه في كل من المنطقتين تتحول مياه الينابع والزائد من مياه الأمطار نحو حوض العاصي شمالاً و حوض الليطاني جنوباً.

كذلك فإنّ مياه منطقة راشيا حاصبيا تتحول نحو الحاصباني.

أهم أحواض الأنهر في المنطقة الداخليّة هي ثلاث : الليطاني الأعلى ، العاصي و الحاصباني. الملحق رقم ٢ يعطي فكرة واضحة عن معدّلات التصريف لكل حوض.

حصّة البقاع مع إمكانيّة التخزين و الإستعمال الحاليّة هي بحدود ٣٠٦,٢ م.م.م.

اي ٢٣,٤٧٪ من كميّات المياه السطحيّة التي تعبر المنطقة إذا لم يحتسب نهر الحاصباني و ٢٦,٥٥٪ مع النهر المذكور.

لإحتساب كميّات المياه إستعملت قياسات الينابيع السطحيّة الصادرة عن المصلحة الوطنيّة لنهر الليطاني إذا توفّرت و مراجع اخرى في حال عدم توفرها (إنظر المراجع)

يشمل الاستعمال الحالي و التخزين المنظور:

- تصريف الينابيع في فترة الشحائح كونها تستعمل في الري و ما يستهلك منها طوال السنة لمياه الشفة.
- حصّة مشروع ري البقاع الغربي من مخزون بحيرة القرعون.
- لمخزون المرتقب لسد نهر العاصي.
- المخزون المرتقب لسد ماسا لخزن مياه يحفوفا.

٣ - حاجات البقاع من المياه: الشفة والزراعة:

٣-١- الحاجات لمياه الشفة: الجدول رقم ٣ يختصر التطورالزمني للحاجات في البقاع حسب المناطق التي تغطّيها كل من مصالح مياه الشفة الحاليّة. عام ٢٠٢٠ تكون الحاجة الإجماليّة حوالي٦١ مليون متر مكعب منها ٢١ م م م للبقاع الشمالي و٤٠ م م للبقاع الجنوبي و راشيّا.

الملحق رقم ٣

تطور الحاجات اليومية، عدد السكان و حاجات مياه الشفة الإجمالية لمصالح المياه في البقاع

اسم مصلحة المياه	الحاجات الفردية ليتر باليوم للأعوام			تطور عدد السكان بالآلاف للأعوام			تطور عدد السكان بالآلاف للأعوام		
	٢٠٠٢	٢٠١٠	٢٠٢٠	٢٠٠٢	٢٠١٠	٢٠٢٠	٢٠٠٢	٢٠١٠	٢٠٢٠
مصلحة مياه بعلبك الهرمل للشفة والري	١٨٥	٢١٣	٢٤٠	١٢٧	١٥٥	١٨٩	١١	١٥	٢١
مصلحة مياه زحلة وجوارها	٢١١	٢٤٢	٢٧٣	١٤٦	١٧٩	٢١٨	١٤	٢٠	٢٧
مصلحة مياه شمسين	١٨٧	٢١٥	٢٤٣	٧٧	٩٤	١١٤	٧	٩	١٣
المجموع				٣٤١	٤٢٩	٥٢٣	٣٢	٤٤	٦١

هذه التقديرات تأخذ بعين الإعتبار كفاءة شبكة تعادل ٨٠٪.

ملاحظة: مجموع الإنتاج الحالي هو بحدود ٣٦ م م م مع كفاءة توزيع للبقاع ٦٠٪ تقريباً.

٣-٢- الحاجات لمياه الري: تمّ تقدير الكميّات الحاليّة المستعملة للري و الحاجات المستقبليّة تستند إلى:

- ❖ إحصاءات وزارة الزراعة لجهة المساحات الزراعيّة و المرويّة الإجماليّة (الملحق رقم ٣).
- ❖ تقدير المساحات الإجماليّة للمشاريع المتوسّطة و الصغيرة في البقاع و المساحات المرويّة فعلياً و نوع الزراعات و فصول ريّها(ربيعي و صيفي).
- ❖ المساحات المرويّة جوفياً قدّرت من خلال المعلومات السابقة.
- ❖ كميّات المياه المستعملة في الري الجوفي قدّرت إستناداً إلى إستقصاءات عن الري الحالي من الآبار في البقاع الغربي في منطقة مشروع الري ٦٧٠٠ هكتار.

الجدول رقم ٤ يعطي الحاجات الحاليّة و الحاجات المستقبليّة للري في المطلق لري جميع الأراضي الزراعيّة في البقاع.

جدول رقم ٤

كميّات المياه المستعملة في الري حالياً و المطلوبة لري البقاع

المنطقة	كميّات المياه الحاليّة للري بملايين الأمتار المكعبة			الكميات الإضافيّة المطلوبة للري	المجموع لري البقاع
	ري سطحي	ري جوفي	المجموع		
شمال البقاع	٣٦,٩	٣٩,٥٩	٧٦,٤٩	٢٤٠,٩	٣١٧,٢٩
جنوب البقاع وراشيا	٢٤,٦٥	٧٧,٠٤	١٠١,٦٩	٧٩,٤٦	١٨١,١٥
المجموع	٦١,٥٥	١١٦,٦٣	١٧٨,١٨	٣٢٠,٢٦	٤٩٨,٥٤

يتبيّن من هذا الجدول عدم إمكانيّة تلبية ري البقاع بالمطلق لعدم توفر المياه. لذلك عند وضع الميزانيّة المائيّة للبقاع يتم تحديد الممكن ريّه نسبة إلى كميّات المياه المتاحة.

٤- ميزانيّة البقاع المائيّة: الجدول رقم ٥ يختصر الميزانيّة المائية للبقاع.

جدول رقم ٥

ميزانيّة البقاع المائيّة بملايين الأمتار المكعبة

المنطقة	الإمكانيات	المصروف الحالي للري	المطلوب للشفة حتى ٢٠٠٢	الإمكانيات المستقبليّة للري
شمال البقاع	١٤٨,٦١	٧٦,٤٩	٢١	٥١,١٢
جنوب البقاع وراشيا	١٥٧,٥٩	١٠١,٦٩	٤٠	١٥,٩
المجموع	٣٠٦,٢	١٧٨,١٨	٦١	٦٧,٠٢

بعد إعطاء الأفضليّة لمشاريع الشفة، يتبيّن أن كميّات المياه الإضافيّة الممكن إستعمالها للري محدودة . اما الممكن إستعماله فهو :

البقاع الشمالي: الإحتمال الوحيد يبقى توسيع بقعة الأراضي المرويّة بواسطة مشروع سد العاصي لمساحة ٦٠٠٠ هكتار إضافيّة و تحسين شروط إستعمال المياه السطحية في المشاريع الحاليّة بحيث تستوعب المحسوب عليها من مساحة والذي لا يمكن ريّه حالياً وتقدّر هذه المساحة بـ ٧٤٥٠ هكتار.

البقاع الجنوبي: تحسين و تنظيم إستثمار المياه الجوفيّة ضمن إطار مشروع ري البقاع الجنوبي الذي يرتكز في تنفيذه على ٧٥ م م م من المياه الجوفيّة.
يمكن إضافة ٢٤٥٠ هكتار للري من المياه الجوفيّة.
كذلك و كما ورد أعلاه يجب تحسين شروط إستعمال المياه السطحية في المشاريع الحاليّة بحيث تستوعب المحسوب عليها من مساحة والذي لا يمكن ريّه حالياً وتقدّر هذه المساحة بـ ٢٢٥٢ هكتار.
كذلك المطلوب في كلا الحالتين تحسين كفاءة شبكات مياه الشفة لتوفير هدر المياه.

خلاصة: إنّ كميّات المياه المتوفّرة في البقاع محدودة و لا تكفي حاجاته. الإستثمار الحالي عشوائي و مبذر؛ لذلك فإن تخفيف الهدر و توفير موارد إضافيّة يتطلّب:

- تنظيم إستثمار مصادر المياه الجوفيّة و السطحيّة على أساس كونها ثروة وطنيّة ملك للمجتمع.
- إنشاء نظام تعرفة يعتمد السعر بالمتر المكعب المستهلك.
- تحسين كفاءة الشبكات في الشفة و الري.
- ترشيد الإستهلاك و خاصة في قطاع الري و إعتماد تقنيات الري الحديثة.
- المساعدة في تنمية تخزين المياه بواسطة التحريش.

٥ ـ العلاقة ما بين المتساقطات و مصادر المياه: العلاقة كما سبق و رأينا واضحة طبعاً لكن سنحدد أكثر في المثلين التاليين:

٥ ـ١ـ مياه الليطاني و المتساقطات: يعتمد في هذا التحليل على مؤشّر العلاقة (coefficient de correlation) مابين تطور المتساقطات خلال السنة وتطور التصريف في بحيرة القرعون.

إن العلاقة خلال السنة واضحة و التحليل لجميع السنين ما بن ١٩٦٢ و ١٩٩٩ يعطي مؤشر العلاقة ما بين ٠,٩٢ و ٠,٩٩ إذا ما إحتسبت المتساقطات والتصريف التراكمي. أمّا إذا إحتسبت المتساقطات والتصريف الشهري فالعلاقة تبدو أضعف وتتراوح ما بين ٠,٣٧ و ٠,٨٧ التفسير هو الوقت المنقضي ما بين هطول الأمطار وظهور التصريف.

أمّا العلاقة ما بين المجموع السنوي للمتساقطات والمجموع السنوي للتصريف خلال الفترة ذاتها فهي بحدود ٠,٦٩ مما يعني أن الجريان الناتج عن السيلان السطحي والسيلان الجوفي يتأثر خلال السنة، إضافة إلى المتساقطات، برصيد المخزون الجوفي للسنين الفائتة.

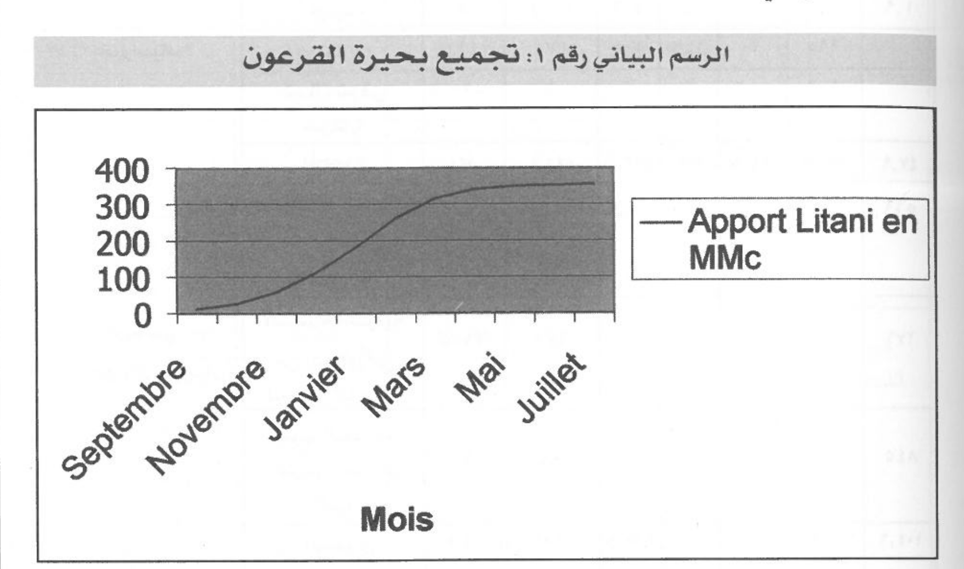
إذا ما وضعنا رسم بياني ما بين معدل المتساقطات الشهريّة و معدّل التصريف السنوي عند بحيرة القرعون يتبيّن أن العلاقة تبدء تصاعدية و تصل إلى مستوياتها الفضلى بدءاً من آذار وتصل إلى أقصاها في شهر حزيران (الرسم البياني رقم ١) .

٥ـ٢ـ آبار الضفّة اليسرى و المتساقطات: تمّت متابعة مستوى المياه الجوفيّة في ١٢ بئراً على الضفة اليسرى لليطاني. تطوّر منسوب المياه الجوفيّة لمجمل الآبار مبين في

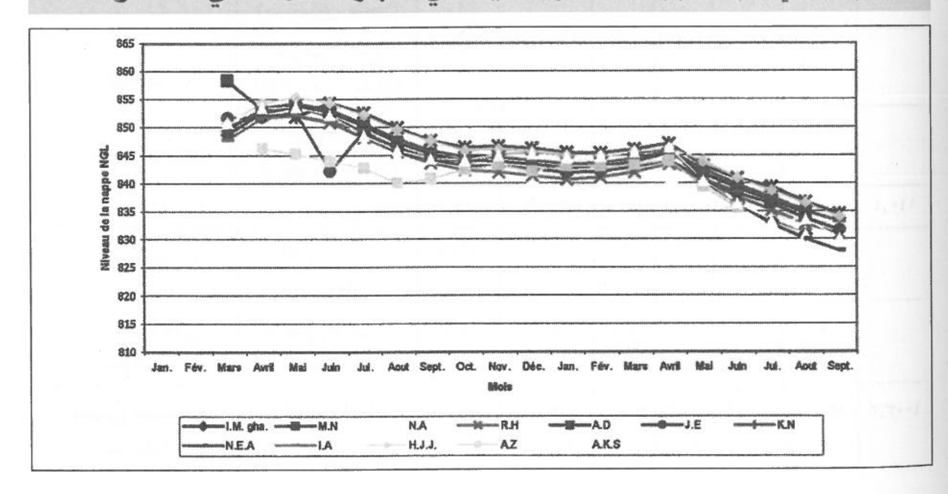
الرسم البياني رقم ٢ لسنتي ١٩٩٨-١٩٩٩. يبين هذا الرسم ان مستوى المياه يبدء بالإرتفاع إبتدأً من شهر كانون ثاني من كل سنة لتبلغ الذروة عند ذوبان الثلوج في أيّار و تعود لتنخفض مع البدء في إستعمال المياه.

مع إحتساب مؤشر العلاقة بين المتساقطات و مستوى المياه في الآبار يتبيّن أن هذه العلاقة تبدء بأخذ قيمة ملموسة بدءً من كانون الثاني وتبلغ الذروة (قيمة الوحدة) في آذار.

الرسم البياني رقم ١: تجميع بحيرة القرعون



الرسم البياني رقم ٢: هبوط مستوى المياه في الآبار خلال عامي ١٩٩٨ و ١٩٩٩



الملحق رقم ١: الأحواض في المنطقة الداخليّة

العصر الجيولوجي	الحوض	المساحة بالكلم المربّع	الكميّات بملايين الأمتار المكعبة					
			متساقطات	خسارة	جريان جوفي	جريان سطحي	مجموع الجريان	المخزون حتى أيار
جيراسيك	باروك ـ نيحا	١٦٠	٢١٠	١١٠	٨٨	١٢	١٠٠	٤٦
	جديتا	٨	١٠,٤	٥,٦	٤	٠,٧	٤,٧	١,٩
	حرمون	٤٢٠	٣٧٠	٢٠٥	١٤٥	٢٠	١٦٥	
	شمال شرقي سرغايا	١٠	٥	٣	٢	٠,٢	٢,٢	
	المجموع	**٥٩٨**	**٥٩٥,٤**	**٣٢٣,٦**	**٢٣٩**	**٣٢,٩**	**٢٧١,٩**	**٤٧,٩**
كريتاسي (سينامونيان تيرونيان)	السلسلة الغربيّة من جديتا للحدود السوريّة	٩٥٠	١٠٢٥	٥٧١	٤٢٠	٣٤	٤٥٤	٥٦٩
	السلسلة الشرقية من نبع الوزّاني للحدود الشمالية	١١١٥	٦٧٠	٣٨٠	٢٥٠	٤٠	٢٩٠	٢٧٦
	جنوب البقاع من القرعون حتى تل الدير	٦٠	٥٨	٣٧,٨	٢٠	١	٢١	٨٤٥
	المجموع	**٢١٢٥**	**١٧٥٣**	**٩٨٨,٨**	**٦٩٠**	**٧٥**	**٧٦٥**	**١٠٤,٦**
ايوسين	جنوب البقاع (مرجعيون عنجر)	٢٤٥	١٩٥	١٠٣	٨٨	٤	٩٢	٥,٨
	شرقي البقاع (تربل رأس بعلبك)	٥٢	٢٣	١٣	٩	٤	١٠	
	غربي البقاع (زحلة شمسطار)	١٧	١٠,٥	٦	٤	٠,٥	٤,٥	
	المجموع	**٣١٤**	**٢٢٨,٥**	**١٢٢**	**١٠١**	**٥,٥**	**١٠٦,٥**	**١١٠,٤**
نيوجين كواترنير	المرج، البقاع والهرمل	١٢٥٠	٥٦٠	٤٥٠	٢٣	٨٧	١١٠	
كريتاسي سفلي نيوجين	البقاع بالإجمال	٣٩٣	٢٠٠	١٠٢	٠	٩٨	٩٨	
المجموع للمنطقة الداخليّة	المجموع العام	٤٦٨٠	٣٣٣٦,٩	١٩٨٦,٤	١٠٥٣	٢٩٨,٤	١٣٥١,٤	١٠٠٣,٣

الملحق رقم ٢: مصادر المياه في المنطقة الداخليّة وحصّة البقاع منها

الحوض	النهر أو النبع	التصريف (مليون متر مكعب)			
		فترة الغزارة (تشرين ٢ ـ نيسان)	فترة الشحائح (أيار ـ تشرين ١)	التصريف السنوي	حصة البقاع منها
حوض العاصي	نبع رأس العين بعلبك	٣,٣٤	٣,٩٣	٧,٢٧	٦,٤٠
	ينابيع اللبوة	١٦,٤٤	٢١,٠٥	٣٧,٤٩	٢١,٣١
	ينابيع اليمّونة	٣٣,٦١	١٥,٦٩	٤٩,٣٠	٢٤,٢٧
	نهر العاصي قرب الهرمل	٢١٠,٣٤	٢١٣,٦٧	٤٢٤,٠١	٨٠,٠٠
	ينابيع صغيرة للري	١٠,٧	١٠,٠٠	٢٠,٧٠	١٠,٠٠
	ينابيع صغيرة للشفة	٣,٤٣	٣,٢٠	٦,٦٣	٦,٦٣
	المجموع	**٢٧٧,٨٦**	**٢٦٧,٥٤**	**٥٤٥,٤٠**	**١٤٨,٦١**
	النسبة المئويّة	**٥٠,٩٥**	**٤٩,٠٥**	**١٠٠,٠٠**	**٢٧,٢٥**
حوض الليطاني	عميق	١٦,٧٨	٥,٤٤	٢٢,٢٢	٢٢,٢٢
	قب الياس	١٤,٨٣	٥,٠٧	١٩,٩٠	٥,٩٩
	جديتا	٣,٤٠	٠,٧٤	٤,١٤	٠,٧٤
	خريزات	٤,٧٤	٣,٤٥	٨,١٩	٣,٤٥
	نهر البردوني	٢٧,٣٣	٧,٠٠	٣٤,٣٣	١٢,٤٨
	شتورة	٨,٢٠	٤,٨٧	١٣,٠٧	٤,٨٧
	يحفوفا	٧,٩٦	٤,٢١	١٢,١٧	١٠,٠٠
	رأس العين (تربل)	٥,٢٥	١,٧٧	٧,٠٢	١,٧٧
	فوار	٢,٦٦	٠,٩٨	٣,٦٤	٠,٩٨
	عين البيضا	٤,٣٠	٣,٩١	٨,٢١	٣,٩١
	عنجر	٤٠,٧٠	٢٢,٨	٦٣,٥٠	٥,٩٧
	شمسين	٧,٨١	٦,٩٩	١٤,٨٠	٤,٨٢
	الغزيّل طريق الشام	٦٥,٣٣	٣٨,٨٥	١٠٤,١٨	٣٨,٨٥
	ينابيع صغيرة ري	١٤,٧١	٧,٩٧	٢٢,٦٨	٧,٩٧
	ينابيع صغيرة شفة	١,٢٠	٢,٠٠		٣,٢٠
	الليطاني القرعون	٣٠١,٩٤	٥٢,٣٢	٣٥٤,٢٦	٣٠,٠٠

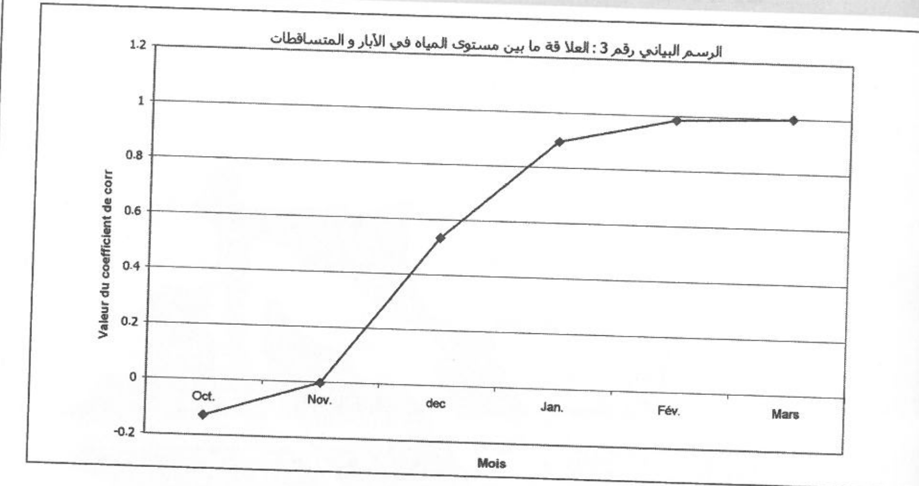
الملحق رقم ٢: مصادر المياه في المنطقة الداخليّة وحصّة البقاع منها

الحوض	النهر أو النبع	التصريف (مليون متر مكعب)			
		فترة الغزارة (تشرين ٢ - نيسان)	فترة الشحائح (أيار - تشرين ١)	التصريف السنوي	حصة البقاع منها
حوض الليطاني	عين الزرقا	٤٦,٦٣	٣٠,٤٢	٧٧,٠٥	٠,٣٧
	غلّة	١٨,٩٠	١٢,٣٦	٣١,٢٦	١٥٧,٥٩
	الليطاني بين عين الزرقا والخردلي	٤٥٩,٠١	١٥١,٩٢	٦١٠,٩٣	
	النسبة المئوية	٧٥,٥٣	٢٥,٠٠	١٠٠,٠٠	٢٥,٩٣
حوض الحاصباني	ينابيع الحاصباني والجوزة	٣,٩٠	٩,٢٠	١٣,١٠	
	والمغارة في شبعا				
	نهر الحاصباني	١٠٧,٥٠	٣٠,٨٠	١٣٨,٣٠	
	المجموع	١١١,٤٠	٤٠,٠٠	١٥١,٤٠	
	النسبة المئوية	٧٣,٥٨	٣٦,٤٢	١٠٠,٠٠	
المجموع العام لمياه معبور البقاع		٨٤٨,٢٧	٤٥٩,٤٦	١٣٠٧,٧٣	٣٠٦,٢٠
النسبة المئويّة		٦٥,٠٢	٣٥,٢٢	١٠٠,٠٠	٢٣,٤٧

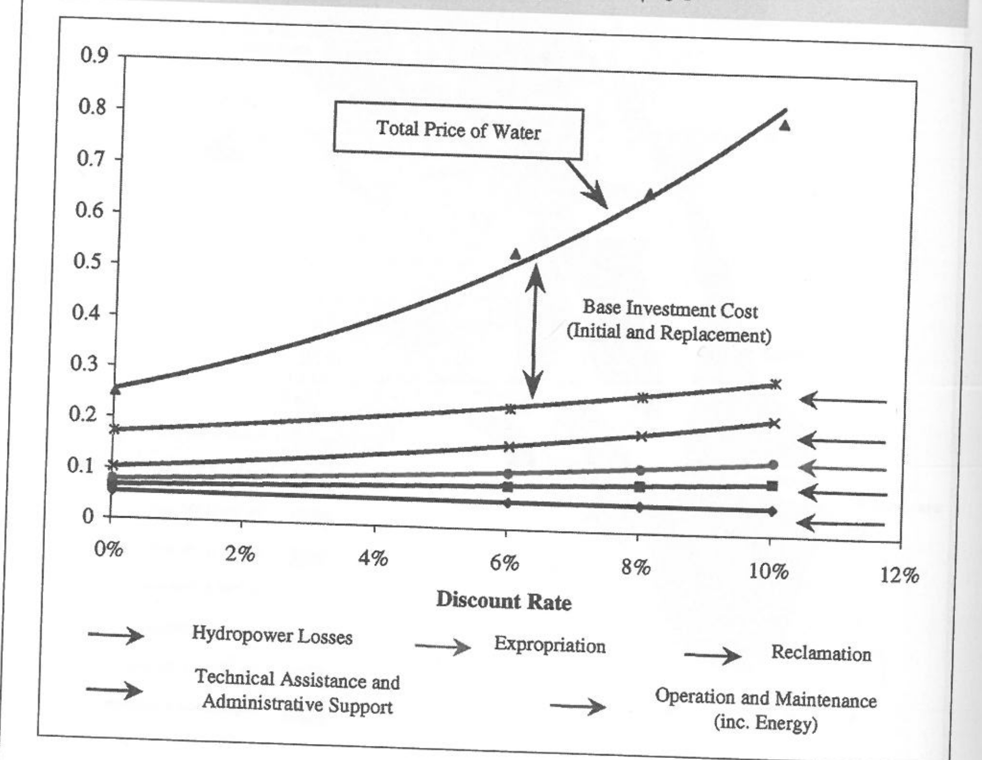
الملحق رقم ٣: المساحات الزراعيّة والمرويّ منها في البقاع

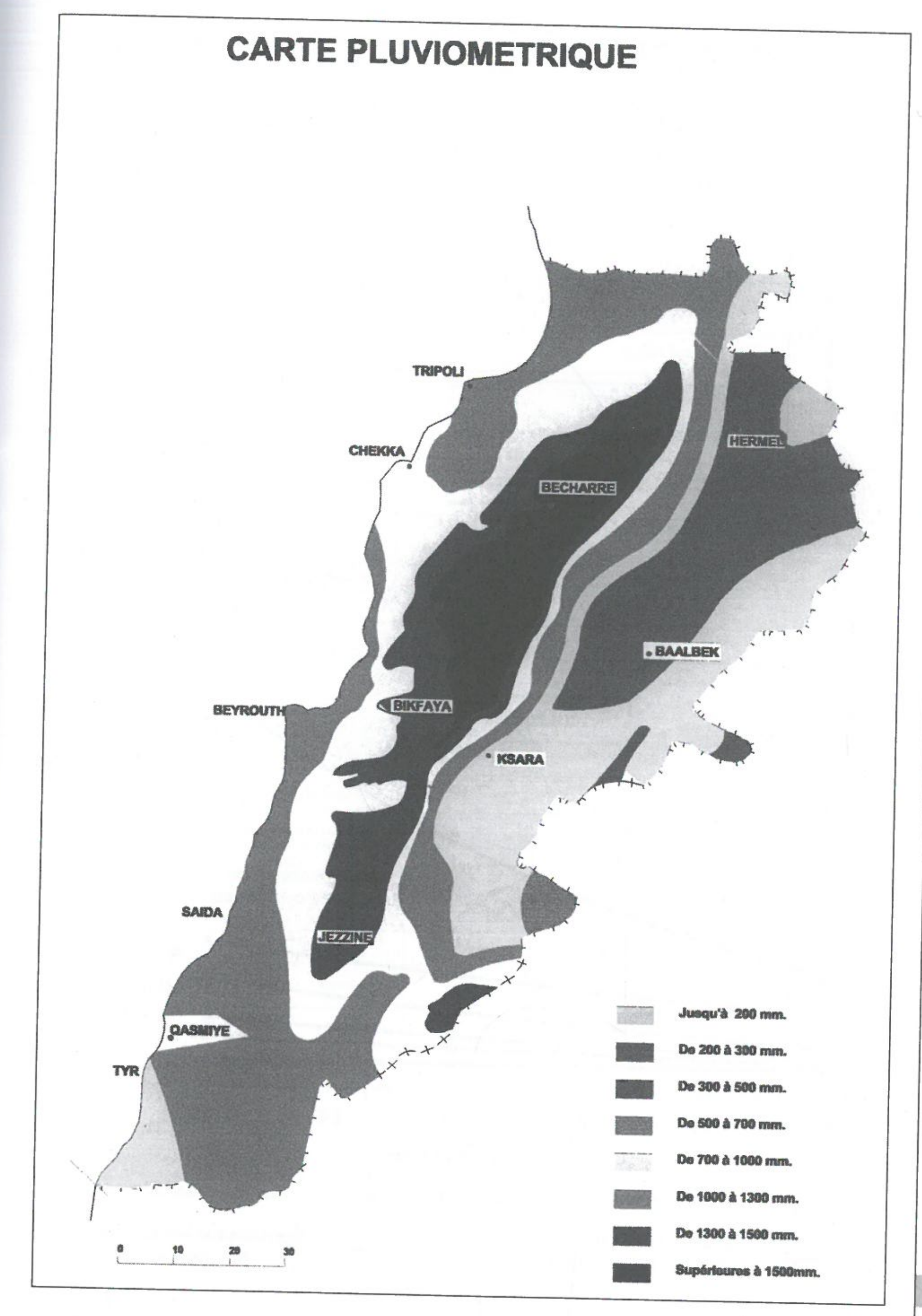
المنطقة	المساحة بالهكتار				
	الزراعيّة	المساحات المروية			
		الإجماليّة	سطحي		جوفي
			إجمالي	فعلي	
شمال البقاع	٦٣٨٧٧	٢٦٨١٥	١٧٨١٤	١١٨٦٧	٩٠٠١
جنوب البقاع وراشيا	٣٩٠٧٢	٢٦٨٤٨	٩٣٣٢	٧٠٨٠	١٧٥١٦
المجموع للبقاع	١٠٢٩٤٩	٥٣٦٦٣	٢٧١٤٦	١٨٩٤٧	٢٦٥١٧

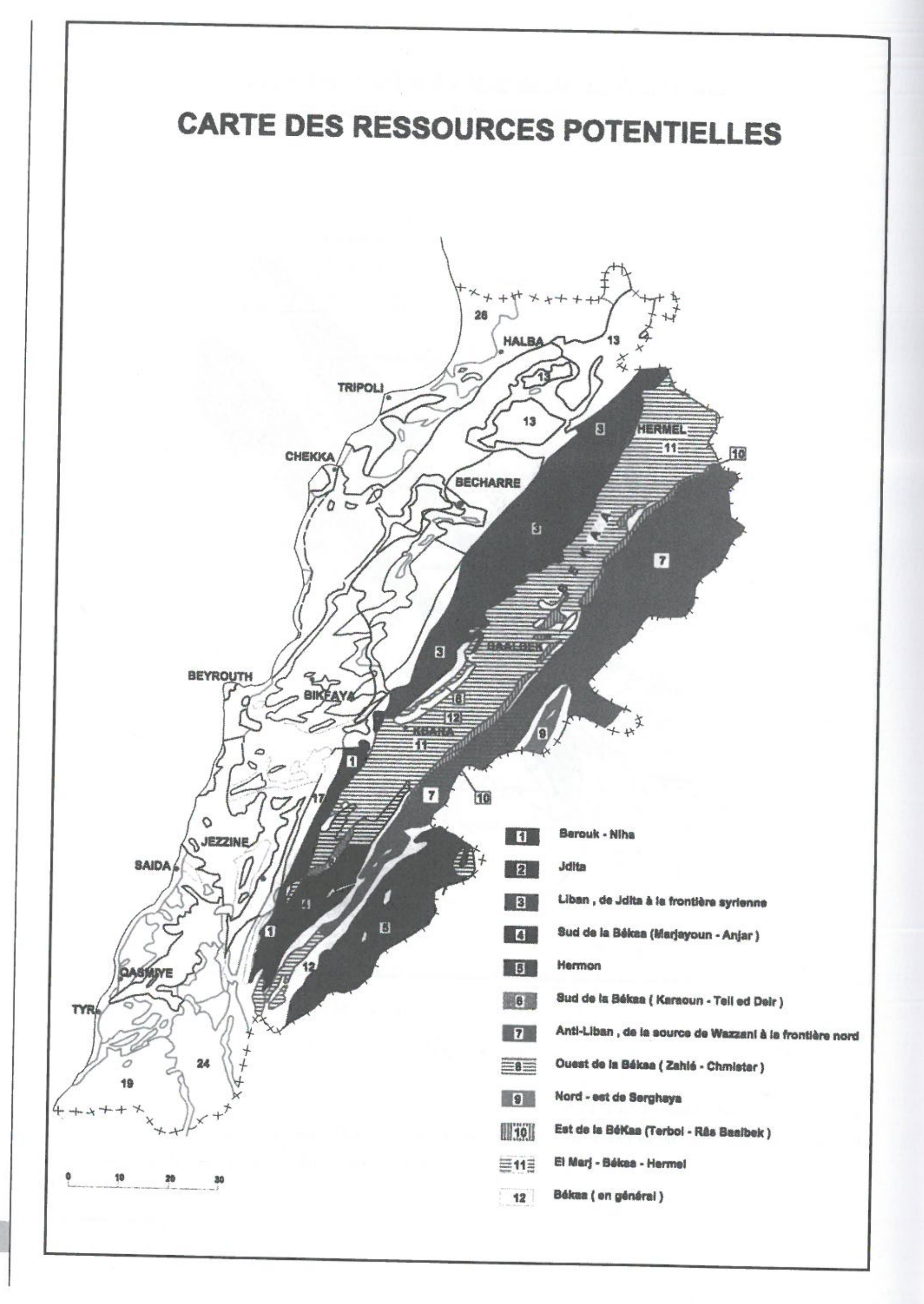
الرسم البياني رقم ٣: العلاقة ما بين مستوى المياه في الآبار والمتساقطات



الشكل رقم ١٠: كيفية إحتساب سعر المياه




CARTE PLUVIOMETRIQUE
TRIPOLI
CHEKKA
HERMEL
BECHARRE
BAALBEK
BEYROUTH
BIKFAYA
KSARA
SAIDA
JEZZINE
QASMIYE
TYR
0
10
20
30
Jusqu'à 200 mm.
De 200 à 300 mm.
De 300 à 500 mm.
De 500 à 700 mm.
De 700 à 1000 mm.
De 1000 à 1300 mm.
De 1300 à 1500 mm.
Supérieures à 1500mm.


CARTE DES RESSOURCES POTENTIELLES
HALBA
TRIPOLI
CHEKKA
HERMEL
BECHARRE
BEYROUTH
BIKFAYA
KSARA
SAIDA
JEZZINE
QASMIYE
TYR
1 Barouk - Niha
2 Jdita
3 Liban , de Jdita à la frontière syrienne
4 Sud de la Békaa (Marjayoun - Anjar)
5 Hermon
6 Sud de la Békaa (Karaoun - Tell ed Deir)
7 Anti-Liban , de la source de Wazzani à la frontière nord
8 Ouest de la Békaa (Zahlé - Chmistar)
9 Nord - est de Serghaya
10 Est de la BéKaa (Terbol - Râs Baalbek)
11 El Marj - Békaa - Hermel
12 Békaa (en général)
0
10
20
30

CARTE DES RESSOURCES POTENTIELLES
REGIONS LES PLUS RICHES

المراجع

- Etude des eaux souterraines -UNDP 1970
- Exploitation et entretien des projets d'irrigation au Liban-1980 M.E.R.H. - Bureau Cadres Ziad Hajjar

أرشيف المصلحة الوطنيّة لنهر الليطاني ـ معلومات من مصالح:

ـ الرصد المائي.

ـ التجهيز الريفي.

ـ صيانة الأنفاق والسدود.

مشاريع الري

إعداد: المهندس زياد حجار

❖ هندسة مائية Hydraulic Engineer-ENSEEIHT Toulouse France

❖ ماجستير في الفيزياء ـ ميكانيك السوائل Fluid Mechanics Toulouse-France

❖ دراسات عليا ميكانيك تربة Université de Lyon

❖ عمل في عدد كبير من المشاريع ومنها:

ـ دراسات ري ومخططات توجيهية في المصلحة الوطنية لنهر الليطاني ومنظمة الأغذية والزراعة FAO.

ـ مهندس ري في مشروع التنمية المائية الزراعية في جنوب لبنان.

ـ قام بدراسات هندسية إدارية لتنظيم قطاع المياه وقطاع الري ومصالح المياه.

ـ قام بدراسات تنفيذية للعديد من مشاريع المياه، الأبنية والطرق وغيرها.

❖ مستشار في وزارة الموارد المائية والكهربائية سنة ١٩٩٢ ـ ١٩٩٤

❖ كتب وحاضر في موضوع المياه اللبنانية ومياه المنطقة.

❖ يعمل حالياً في مكتب «كادر» للإستشارات الهندسية الذي أنشأه عام ١٩٩٣.

تعتبر المياه في لبنان من الثروات الطبيعيّة الأولى والأهم وربما يعود ذلك إلى افتقاره إلى الموارد والثروات الطبيعية الأخرى. لكن هذه الثروة ستصبح غير كافية لاحتياجات سكّانه في المدى القريب المنظور. ووضع المياه في لبنان بشكل عام وفي الجنوب بشكل خاص يعاني الأمرين ليس فقط بسبب الحرب والإحتلال الإسرائيلي، وإنّما أيضاً بسبب عدم وجود سياسة مائية.

غير أنّ الهدر الحاصل حالياً في المياه وتدفّقها إلى البحر لا يجب أن ينسينا أنّ هذا الوضع يرتبط بصعوبات التمويل لتجهيز مشاريع المياه والضغوطات الإسرائيلية في الجنوب والوضع السائد خلال الحرب الأهلية الأخيرة، وهو عائد أيضاً إلى غياب التخطيط وعدم تنفيذ المشاريع الضروريّة منذ الإستقلال وذلك لتأمين الإحتياجات المنزليّة والصناعيّة واحتياجات الريّ الحاليّة والمستقبليّة.

يعرف الجميع أنّ احتياجاتنا تفوق مصادرنا ويزداد الوضع صعوبةً إذا ميّزنا بين المياه المتوفّرة سنوياً وبين وجود المياه خلال أشهر الجفاف. فالمطر يهطل فعلياً خلال فترة ٨٠ يوماً في السنة بينما الحاجة إليه على مدار السنة، والحاجة للريّ هي خلال أشهر الجفاف. وقد أثبتت دراسة السنوات الجافة أنّ كميات المياه يمكن أن تنخفض إلى ما بين ٥٠ و٦٠٪ في سنة جافة متوسطة ومعدل حدوثها مرّة كلّ سبع سنوات، وإلى ٤٠٪ أو أقل في حال حدوث ثلاث سنوات جافّة متتاليّة كما حصل في السنوات الأخيرة (١٩٨٨-١٩٩٠).

إنّ المصدر الأساسي للموارد المائية هو الأمطار والثلوج، والأمطار في لبنان متفاوته التوزيع في المكان والزمان. فمعدل الأمطار يختلف من منطقة إلى أخرى، فهو يزداد كلّما اتجهنا من الساحل نحو سلسلة الجبال الغربية، وينخفض تدريجياً من الشمال إلى الجنوب. وتختلف نسبة الأمطار في الجنوب والشمال مع الإرتفاع عن سطح البحر، ويبلغ معدل الأمطار ٦٦٠ ملم سنوياً على ارتفاع ٣٠ متراً، و٧٥٠ ملم على ارتفاع ٣٨٠ متراً و٨١٥ ملم سنوياً على ارتفاع ٧٦٥ متراً، بينما يتراوح معدل الأمطار في المنطقتين الشمالية والوسطى بين ٧٠٠ ملم سنوياً على الشاطىء و١٣٠٠ ملم إعتباراً من الإرتفاع ١١٠٠ متر عن سطح البحر. أمّا في البقاع فإنّ كمية الأمطار تتناقص من الجنوب إلى

الشمال إذ تبلغ ٨٠٠ ملم في البقاع الجنوبي، وتصبح ٦٠٠ ملم في البقاع الأوسط، و٤٠٠ ملم في بعلبك وتنخفض إلى أقل من ٢٥٠ ملم في البقاع الشمالي.

أما المياه الجوفية، فقد قدرت دراسة برنامج الأمم المتحدة للتنمية UNDP عام ١٩٧٠، كمية المياه الجوفية الإجمالية بحوالي ٣٠٠٠ مليون متر مكعب منها فقط ١١٦٥ مليون متر مكعب مخزونة في جوف الأرض والباقي يضيع كمياه الينابيع البحرية والمياه التي تذهب هدراً في البحر وإلى البلدان المجاورة ومياه الينابيع السطحية. وإذا احتسبنا الكمية التي يمكن الإستفادة منها من المياه الجوفية، والتي بالإستطاعة استغلالها مع تغذية هذه المياه فهي بحدود ٤٠٠ مليون م٣.

وقد قدّر الأب جاك بلاسار في وزارة الموارد المائية والكهربائية كميات المياه المتساقطة في لبنان سنة ١٩٧١ كالتالي:

- الهواطل من أمطار وثلوج وغيرها ٨٦٠٠ مليون م٣
- الفقدان المباشر بواسطة كافة أنواع التبخّر (حوالي ٥٠٪) ٤٣٠٠ مليون م٣
- المياه السطحية الجارية إلى خارج الحدود:
  - باتّجاه فلسطين (الحاصباني والوزاني) ١٦٠ مليون م٣
  - باتّجاه سوريا (العاصي والنهر الكبير) ٥١٠ مليون م٣
- المياه الجوفية المتسرّبة إلى البحر ٨٨٠ مليون م٣
- المياه الجوفية باتّجاه الحولة والدّان في فلسطين ١٥٠ مليون م٣

غيرأنّ هذه المياه السطحية لا يمكن السيطرة عليها بكاملها، ويبقى بالتالي كمية ٢٦٠٠ مليون متر مكعب على مدار السنة، منها ٨٠٠ مليون مياه جوفية و١٨٠٠ مياه سطحية. وتنخفض هذه الكميات في سنة جافة متوسطة إلى ٥٥٠ و١٠٠٠ مليون م٣ وإلى أقل من ٣٥٠ و٧٠٠ مليون م٣ في حال ثلاث سنوات جافة متتالية.

وبالرغم من هذه الكميات المعتدلة للثروة المائية في لبنان فهي تتعرض إلى تدهور كبير وإلى تلوث ينعكس سلباً على الصحة العامة وعلى الإقتصاد الوطني. كما أنّ استخراج المياه الجوفية دون رقابة ودون مراعاة للتوازن بين تغذية هذه الطبقات وبين كمية المياه المستخرجة منها أدى إلى انخفاض كبير في مستوى هذه المياه في بعض المناطق كمنطقتي بعلبك والبقاع الجنوبي، كما أدى إلى زيادة ملحوظة لتسرب مياه البحر، في بعض المناطق الساحلية.

من المهم في المنطقة التي يقع فيها لبنان، حيث الحاجات تفوق الموارد المائية، التنبه إلى المنتشر لأسباب طبيعية أو بشرية، فالكثير من الأنهار الساحلية تتميّز بالانحدار الشديد وسرعة الجريان وقصر المسافة وتنتهي إلى البحار دون تحقيق الاستفادة القصوى منها كالأنهار اللبنانية. وتؤدي طرق الري التقليدية إلى هدر مياه الري بنسبة ٣٧,٥ في المائة، ويكفي للتدليل على ذلك معرفة أنّ المزارع في لبنان والوطن العربي يستعمل وسطياً ١٢ ألف م٣ من الماء سنوياً لري هكتار واحد من الأرض، فيما يكفي لري هذه المساحة ٧٥٠٠ م٣ فقط باستعمال وسائل الري الحديثة، ويمكن التقدير بأنّ كمية المياه المهدورة يمكن أن تروي سبعة ملايين هكتار من الأراضي الإضافية في الوطن العربي بحيث ترتفع المساحات المروية من ١٠ ملايين هكتار إلى نحو ١٧ مليون هكتار أي بنسبة ٧٠ في المائة.

وتزداد أهمية هذا الأمر إذا أخذنا بالإعتبار أن كثر من ٧٠ ٪ من المياه المتوفرة تستعمل للري.

الأراضي المروية حالياً في لبنان

يمكن تقسيم الأراضي المروية حالياً في لبنان إلى ثلاثة أقسام، وفق نوعية الزراعات التي تغلب عليها:

- السهول الساحلية وتغلب عليها زراعة الحمضيات والموز، وهي تروى من مياه الأنهر التي تُحوّل إليها من أماكن قريبة من مصباتها.
- المنطقة الجبلية المحدودة المساحة، حيث تغلب زراعة التفاح، وتُروى من عيون صغيرة تنبع من أعالي الجبال وتُجمع مياهها في المحاقن، ويُروى أكثرها بالجاذبية والقليل منها بالضخ.
- السهل العالي الداخلي أو البقاع، حيث تغلب زراعة الخضار والقمح، أو الزراعات ذات الاستعمالات الصناعية، كدوار الشمس وسابقاً الشمندر السكري، أو زراعة المواد العلفية، وهذه المنطقة تروى بالضخ أو بتحويل بعض المجاري المائية الدائمة.

وتبلغ مساحة الأراضي المروية حالياً حوالي ٨٧,٠٠٠ هكتار، موزعة كما يلي:

	المساحات المروية حالياً (هكتار)		
	مياه سطحية	مياه جوفية	المجموع
لبنان الشمالي	١٢,٢٠٠	٢,٨٠٠	١٥,٠٠٠
جبل لبنان	٧,٣٠٠	٥٠٠	٧,٨٠٠
لبنان الجنوبي	٩,٧٠٠	٦,٢٠٠	١٥,٩٠٠
البقاع	١٨,٣٠٠	١٠,٠٠٠	٢٨,٣٠٠
مجموع الرّي الدائم	**٤٧,٥٠٠**	**١٩,٥٠٠**	**٦٧,٠٠٠**
الري الموسميّ	١٣,٠٠٠	٧,٠٠٠	٢٠,٠٠٠
مجموع المساحات المروية	**٦٠,٥٠٠**	**٢٦,٥٠٠**	**٨٧,٠٠٠**

بالنسبة للمساحات الممكن ريّها

فإنّ التنمية الزراعية لمناطق البقاع والجنوب والشمال تتطلع إلى ري مساحات إضافية صالحة للزراعة وقد تمّ دراسة قسم كبير منها، والمساحات الجديدة الممكن ريّها تنقسم إلى قسمين:

- القسم الأول الذي تمت دراسته بالأخص في المصلحة الوطنية لنهر الليطاني والذي يضم مشروع ريّ لبنان الجنوبي البالغة مساحته ٣٠,٠٠٠ هكتار على مرحلتين، ومشروع ريّ البقاع الجنوبي ومساحته ٢١,٥٠٠ هكتار. يضاف إلى ذلك مشاريع ريّ القاع - الهرمل، الحاصباني والكورة - زغرتا وسهل عكار وغيرها من المشاريع المتفرقة لتصبح المساحة الإجمالية ٧٧,٠٠٠ هكتار.
- القسم الثاني يضمّ عدداً من المشاريع الصغيرة في كافة المحافظات ويمكن زيادة مساحتها، وعدداً من المشاريع المدروسة بشكل أولي والأراضي المروية موسمياً في كافة المحافظات، وتبلغ مساحتها الإجمالية ٢٣,٠٠٠ هكتار. وتتركز الأراضي الصالحة للزراعة في محافظات الجنوب والشمال والبقاع وتتلخص كما يلي:

المحافظة	المنطقة	المساحة (هكتار)	المجموع في المحافظة
الجنوب	مشروع ريّ لبنان الجنوبي	٣٠,٠٠٠	
	مشروع ري منطقة الحاصباني	٣,٥٠٠	٣٣,٥٠٠
البقاع	مشروع ريّ البقاع الجنوبي	٢١,٥٠٠	
	مشروع ريّ القاع ـ الهرمل	٦,٠٠٠	٢٧,٥٠٠
الشمال	مشروع ريّ الكورة ـ زغرتا	٧,٠٠٠	
	مشروع ريّ سهول عكار	٩,٠٠٠	١٦,٠٠٠
المجموع:		٧٧,٠٠٠	٧٧,٠٠٠
أراض مروية متفرقة وحدائق وري موسمي		٢٣,٠٠٠	٢٣,٠٠٠
المجموع		١٠٠,٠٠٠	١٠٠,٠٠٠

المساحات المرويّة والصالحة للريّ

تصبح المساحات الإجمالية المروية والقابلة للري في كافة المحافظات حوالي ١٨٧ ألف هكتار موزعة كما يلي:

	المساحات المروية حالياً (هكتار)		
	مياه سطحية	مياه جوفية	المجموع
لبنان الشمالي	١٥,٠٠٠	١٦,٠٠٠	٣١,٠٠٠
جبل لبنان	٧,٨٠٠	–	٧,٨٠٠
لبنان الجنوبي	١٥,٩٠٠	٣٣,٥٠٠	٤٩,٤٠٠
البقاع	٢٨,٣٠٠	٢٧,٥٠٠	٥٥,٨٠٠
المجموع	٦٧,٠٠٠	٧٧,٠٠٠	١٤٤,٠٠٠
ري في كافة المحافظات	١٠,٠٠٠	١٣,٠٠٠	٢٣,٠٠٠
ريّ موسمي	١٠,٠٠٠	١٠,٠٠٠	٢٠,٠٠٠
المجموع الإجمالي	٨٧,٠٠٠	١٠٠,٠٠٠	١٨٧,٠٠٠

مشاريع الري في البقاع:

يروى في سهل البقاع حالياً حوالي ١٨,٣٠٠ هكتار من المياه السطحية وحوالي ١٠,٠٠٠هكتار من المياه الجوفية، بالإضافة إلى ما لا يقل عن ستة آلاف هكتار تروى بشكل موسمي، منها: (حوالي ١٣,٥٠٠ هكتار ضمن مشاريع الري الصغيرة والمتوسطة ـ الملحق في نهاية التقرير). ويبقى حوالي ٣٥,٠٠٠ هكتار صالحة للري وتمت دراستها إلى مراحل مختلفة وهي موزعة كما يلي:

محافظة البقاع	المجموع
المساحات المروية	٢٨,٣٠٠
الريّ الموسمي	٦,٠٠٠
مجموع المساحات المروية	**٣٤,٣٠٠**
المساحات الصالحة للريّ	٢٧,٥٠٠
أراض متفرقة وحدائق وري موسمي	٧,٥٠٠
مجموع المساحات الممكن ريها	**٣٥,٠٠٠**
مجموع المساحات في البقاع	**٦٩,٣٠٠**

❖ **ملحق: مشاريع الري الصغيرة في محافظة البقاع**

ويبقى أن نشير إلى أن نسبة الأراضي المروية إلى المساحة الإجمالية القابلة للري تمثل أقل من النصف في البقاع الشمالي وهي أدنى نسبة في لبنان.

تمثل الزراعات الشجرية (Arboriculture) ما نسبته ٤٣,٦٧ ٪ من المساحات المروية حالياً، وتمثل زراعة الخضار الصيفية ٢٩ ٪ والقمح والذرة والشعير حوالي ٢٧ ٪.

وتجدر الإشارة إلى أن غالبية مشاريع الري لا يوجد لديها إدارة للصيانة والتشغيل، وتم تشكيل لجان في وزارة الطاقة والمياه لإدارتها وتشغيلها مع صعوبات عديدة لجهة تمويل كلفة ذلك بالإضافة إلى كلفة التأهيل. ويوجد في البقاع ٥٨ لجنة يتعاطى بعضها أيضاً بمياه الشفة.

إحتياجات الريّ للهكتار

إنّ احتساب احتياجات الريّ يتوقف على عوامل عديدة، أهمها نوعية التربة ونوعية المزروعات، بالإضافة إلى طرق الريّ ودرجة تكثيف الزراعات ومدى استمرارها على مدار السنة، بالإضافة إلى العوامل المناخية.

ويمكن تحديد متطلبات المحاصيل الزراعية أو حاجات الري، على أنّها كمية المياه التي يتطلّبها أيّ محصول أو عدد من المحاصيل في مهلة زمنية معينة لنموها الطبيعي، في ظروف معيّنة أيّاً كان مصدر هذه المياه، وتشمل الخسارة الناتجة عن تبخر المياه من التربة وسطح النباتات والتعرّق عبر النباتات، والمياه الضرورية لبناء أنسجة النباتات.

تعتمد الخسارة الناتجة عن تبخر المياه من التربة وسطح النباتات، بشكل كبير، على الظروف المناخية الموجودة في المنطقة المعينة، بينما تعتمد كمية المياه الضرورية لبناء أنسجة النباتات على المناخ وبيولوجية النبتة، وتساوي حاجات مياه الري مجموع العوامل الواردة أعلاه بالإضافة إلى الخسائر التي لا يمكن تجنبها. كذلك فإنّ حاجة الزراعة إلى المياه تتأثّر بعوامل مناخية مثل نور الشمس والهواء والحرارة والرطوبة وكمية الأمطار الهاطلة وساعات الضوء أو الإشعاع فوق المنطقة المعيّنة.

ولا شك أنّ طرق الري هي عامل أساسي في تحديد الإحتياجات وتلافي الهدر. ويعود الهدر في المياه المستعملة للريّ، إلى قدم تجهيزات مشاريع الريّ واستعمال الأقنية الترابية، خاصةً في القنوات الثانوية، ووسائل الريّ المتبعة التي تخفف من الفعالية (EFFICIENCY) وتعتمد على تغريق الأراضي بسبب دورة المياه (العدّان)، وتصريفها بواسطة أقنية الصرف (دبّاحات).

ولاعتماد متوسط إحتياجات الريّ السنوية، فسيتم استعراض الطرق المستعملة والمقترح اعتمادها مستقبلاً وفعاليتها بالنسبة لاستهلاك المياه واحتياجاتها السنوية، وهذا ما يعطيه الجدول التالي:

طريقة الري	الفعالية Efficience Efficiency	طريقة الريّ حاجات شهر الذروة تموز/آب (م³/هكتار/شهر)	الإحتياجات السنوية (م³/هكتار)	النسبة المئوية للإحتياجات بالمقارنة مع وسائل الري الحالية
جاذبية تقليدية	٪٦٠	٣,١٠٠ ـ ٣,٥٠٠	٩,٠٠٠	١٠٠
جاذبية قساطل	٪٧٠	٢,٦٠٠ ـ ٢,٧٥٠	٧,٧٥٠	٨٦
ري بالرش	٪٨٠	٢,٣٠٠ ـ ٢,٥٥٠	٧,٠٠٠	٧٨
ري بالتنقيط	٪٨٥	٢,٥٥٠ ـ ٢,٤٥٠	٦,٧٠٠	٧٤

من هنا تظهر أهمية تطوير وسائل الري، حيث أنّ الري بالتنقيط يخفف من استهلاك المياه بنسبة ٢٦٪، وتجدر الإشارة إلى أنّ الأراضي المروية حالياً تستهلك كميات مياه أكثر من الوارد أعلاه، وقد تمّ اعتماد احتياج سنوي قدره ٨,٥٠٠ متر

مكعب/هكتار/سنة بشكل وسطي، حيث أنّ تطوير الريّ ليصبح بشكل أساسي بواسطة الرش أو التنقيط يلزمه عدة سنوات كما يلزمه تمويل هذا التحول، بالرغم من بدء المزارعين باستعمال التقنيات الحديثة.

إحتياجات الريّ السنوية في البقاع

يستعمل حالياً في مشاريع الري في البقاع حوالي ٣٠٠ مليون متر مكعب من المياه السطحية والمياه الجوفية ويلزم كمية مماثلة لري حوالي ٣٠ ألف هكتار إضافية.

	المساحة / (هكتار)	الإحتياجات السنوية (مليون م³/سنة)
المساحة المروية	٣٤,٣٠٠	٢٩٢
المساحة الصالحة للريّ	٣٥,٠٠٠	٢٩٨
المجموع	**٣٩,٣٠٠**	**٥٩٠**

❖ بمعدل ٨٥٠٠ م³/هكتار

وهنا لا بد من الإشارة أنّ المياه المستعملة للري تلزم كلياً في أشهر الجفاف أي في مواسم الري بين أشهر أيار وأواسط تشرين الأول، باستثناء منطقة سهل العاصي حيث المناخ شبه صحراوي ويستمر الري لفترة ثمانية إلى تسعة أشهر (بين آذار وتشرين الثاني).

ويورد أحد تقارير الجامعة الأميركية ـ كلية الزراعة، والمعدّ سنة ١٩٧٩، أنّه بإمكان لبنان أن يزيد إنتاجية زراعته بنسبة ٥٠٪ على الأقل. ويصطدم هذا الأمر بتسويق الإنتاج ونوعية الزراعات المعتمدة.

غير أن نسبة القوى العاملة في قطاع الزراعة انخفضت خلال الأحداث من ٣٨٪ سنة ١٩٦٠، إلى ٢٠٪ سنة ١٩٧٠، ثم ١٤٪ سنة ١٩٧٥ وحوالي ٧,٣٠٪ فقط عام ١٩٨٤.

أمّا نسبة الزراعة إلى الدخل القومي فقد تدنت قليلاً من ١١,٩٪ سنة ١٩٦٤، إلى ٩,٢٪ سنة ١٩٨٠ لتعود وترتفع سنة ١٩٨٨ إلى ١٠,٦٪.

ولا شك أنّ الهجرة من الأرياف إلى المدينة، وبالأخص العاصمة بيروت، قد أثّرت على الأوضاع الزراعية، ولا بدّ أن يعود التوازن إلى هذا القطاع المهم في حال تنفيذ مشاريع الريّ والتنمية الزراعية، وهي حجر الزاوية في إقتصاد لبنان ما قبل الحرب والتي تبقى من مسؤولية الدولة.

بمراجعة الموازنة المائية للبنان فإنه يظهر، دون أدنى شك، أن حاجاتنا تفوق مواردنا المائية. وذلك أن الأمطار تسقط لفترة محدودة لا تتعدى ٨٥ يوماً في السنة في حين أن الإحتياجات تلزم على مدار السنة وخاصة بالنسبة للري في فترة الجفاف.

وتبلغ نسبة العجز في أشهر الجفاف ٤٠٪ أو حوالي ٦٤٥ مليون متر مكعب في حال ريّ مائة ألف هكتار إضافية من الأراضي الزراعيّة، ويصبح العجز أكثر من ١٠٠٪ في حال ريّ مائتا ألف هكتار إضافي، وذلك في سنة مائيّة متوسّطة، وتزيد هذه النّسب في السنوات الجافّة لتصل إلى حوالي ١٦٤٥ مليون متر مكعب.

وتبلغ كمية المياه المستعملة حالياً ١٠٨٧ مليون متر مكعب، وتذهب هدراً إلى البحر كمية ١٥٠٠ مليون متر مكعب، بينما تزيد الحاجات على الإمكانات بشكل واضح، عام ٢٠١٥، حيث ستبلغ ما بين ٢٨١٥ و٣٨١٥ مليون متر مكعب، وإذا أضيف إليها الهدر المقبول عالمياً بنسبة ٢٠ إلى ٣٠ في المائة، كانت الكمية اللازمة ما بين ٣٤٠٠ و ٤٨٠٠ مليون متر مكعب، وهي تفوق كل ما هو متوافر من المياه في لبنان وذلك إذا استطعنا السيطرة عليها

بهذه المقارنة بين الحاجات والإمكانيات، يتبين أنّ المياه التي يمكن توفرها للبنان في المستقبل، تظهر عدم إمكانية تأمين هذه الحاجات بأكملها وبالوسائل المعتمدة في الوقت الحاضر، وسيضطر لبنان إلى اعتماد سياسة ترشيد تعتمد على:

١ ـ صرف النظر عن ري قسم كبير من الأراضي الزراعية بسبب عدم توفّر المياه لها، واعتماد زراعات بعلية لبعض المساحات (Rainfed Irrigation) في حال لم يتمكن لبنان من موازنة موارده المائية واحتياجاته.

٢ ـ العمل على زيادة المياه المتوفرة وذلك:

- ❖ بإنشاء سدود جديدة مرتفعة التكاليف على الأنهر، نظراً لجيولوجية لبنان.
- ❖ بالإستفادة من حصته من المياه الدولية، وذلك بإقامة مشاريع سدود مشتركة مع سوريا على أنهار العاصي والكبير.
- ❖ بزيادة طاقة بعض الخزانات الجوفية بتغذيتها صناعياً.
- ❖ بإنشاء البحيرات الجبلية في كافة المناطق اللبنانية، إنطلاقاً من الدراسة الأولية التي أجريت لمجلس الإنماء والإعمار.
- ❖ بالعمل على الإستفادة من الينابيع البحرية.

- ❖ بتشجيع التخزين الفردي في القرى، بإدخال ذلك ضمن قوانين البناء في التنظيم المدني، والقوانين البلدية.

٣ ـ التوفير في استعمال المياه وذلك:

- ❖ بتوعية المواطنين وإرشادهم على توفير المياه وحسن استعمالها، واستعمال العدادات بدلاً من العيارات في مياه الشفة وتحديد الأسعار المناسبة.
- ❖ باستعمال وسائل حديثة للري توفّر في كمية المياه المستعملة واستعمال العدادات في مشاريع الري الحديثة.
- ❖ بإعادة استعمال المياه للصناعة وبعض مشاريع الري الساحلية.

وما يهمنا هنا هو البند الأول المتعلق بصرف النظر عن ري قسم كبير من الأراضي الزراعية بسبب عدم توفّر المياه لها بكلفة مقبولة تمكن منتجاتنا الزراعية من المنافسة على المستوى الإقليمي والدولي.

إن معالجة هذا الأمر بالنسبة للقطاع الزراعي هو ثمرة تعاون بين كافة الهيئات التي تتعاطى بهذا الموضوع بدءاً من المزارع ثم الشركات الزراعية والجهة المستثمرة التي تؤمن التشغيل والصيانة وصولاً إلى وزارات الدولة المعنية. أي أن هذا الموضوع يتطلب سياسة واقعية موضوعية تدرس المنتجات الزراعية في المنطقة والأسواق العالمية وإدخال التقنيات وبعض الزراعات الجديدة وتحسين نوعية منتجاتنا الزراعية على مستوى الوطن.

وفي مسح أجرته شركة زكادرس للإستشارات الهندسية وطاول مشروع ري البقاع الجنوبي تبين أن أهم المشاكل التي يصادفها المزارع في البقاع، كما المزارع في كافة المناطق اللبنانية، هي مشكلة المزاحمة وبالنتيجة التسويق.

ولهذا فمن الضروري التأكيد على فتح الأسواق العالمية (الأوروبية) بتحسين الإنتاج وتقليل الكلفة (التعاونيات الزراعية ـ مصارف التسليف وتفعيلها).

ومشكلة التسويق ترتبط بعدة عوامل أهمها:

- ❖ كلفة الإنتاج المرتفعة (بسبب أسعار الأسمدة والمبيدات وكلفة اليد العاملة وكلفة المياه والحفظ والتوضيب وغيرها العديد من العوامل). ولا نستطيع تخفيض كلفة الإنتاج سوى بتفعيل التعاونيات الزراعية ودعمها مالياً بواسطة التسليف الزراعي.

وما يضاعف مشكلة التسويق، والتصدير بالأخص، استعمال المبيدات الزراعية دون مراقبة تذكر من قبل الوزارات المعنية.

يضاف إلى ذلك عدم وضع سياسة بالنسبة لتشجيع التصدير والمساعدة بفتح أسواق جديدة ودائمة والإرتفاع على الصعيد الوطني لمستوى التعاونيات الزراعية وجمعيات المزارعين (Associations d'Agriculteurs).

وعلى الجميع التعاون بهذا الشأن ومحاولة تخفيض كلفة الإنتاج.

لا شك أننا لا نستطيع المنافسة في كافة المجالات الزراعية، (خاصة بوجود زراعات مدعومة في بعض الدول المجاورة وحتى بعض الدول الأوروبية - إتلاف بعض المنتجات عند غزارة الإنتاج تتحمل كلفته الدولة) ولهذا علينا اختيار نوعيات زراعية لا تستطيع الدول المجاورة المنافسة فيها نظراً لطبيعة لبنان (اقترح أحد خبراء البنك الدولي دراسة إمكانية زراعة الزعفران مثلاً) PRODUIT DE QUALITE.

أخيراً، ومع فتح الأسواق واتفاقيات التجارة الدولية والعولمة الزاحفة إلينا ينبغي التكامل في نوعية الزراعة مع دول الجوار العربية حيث تمثل هذه السوق ما لا يقل عن ٢٥٠ مليون نسمة باستطاعتها حماية منتجاتنا وتأمين تصريفها،

❖ ملحق: مشاريع الري الصغيرة في محافظة البقاع

Caractéristiques des surfaces des Périmètres de la Békaa

No. du Projet	Nom du projet	Surface équipée (SE)	Surface Irriguée (SI)	SI SE	Irrigation Printannière Hiver (%)	Irrigation d'été (%)	Degré d'intensi fication
1	Hermel	830	590	0.71	14.9	85.1	1.00
2	Chtaura - Taalabaya	1575	1020	0.65	41.10	59.0	1.00
3	Ouadi Nahlé - Maqné	2450	410	0.17	49.0	51.0	1.00
4	Marjhine	550	350	0.64	70.0	30.0	1.00
5	El Massateb	122	122	1	70.0	30.0	1.00
6	Aanjar - Chamsine	815	815	1	-	100.0	1.00
7	Laboué - Qaa	2957	1527	0.52	31.0	69.0	1.00
8	Haouch el Omara - Maalaka	2082	552	0.27	44.0	56.0	1.00
9	Yahfoufa - Tourbol - Saraaïne	2845	2045	0.72	65.0	35.0	1.00
10	Ras el Aïn - Baalbeck	2500	2043	0.82	32.8	67.2	1.00
11	Machghara	250	250	1	44.00	56.0	1.00
12	Bab Mareh	80	40	0.5	-	100.0	1.00
13	Aïtanit	240	138	0.58	-	100.0	1.00
14	Kherbet Kanafar	700	700	1	-	125.00	1.25
15	Ras Baalbeck	90	50	0.56	-	100.0	1.00
16	Aïn Zebdé	230	230	1	13.0	87.0	1.00
17	Saghbine	50	25	0.5	-	100.0	1.00
18	Qab Elias	800	800	1	12.5	87.5	1.00
TOTAL		19.166	11.707	61%	487	1.338	

مياه الشفة في محافظة البقاع

إعداد : المهندس مروان الزغبي

- مهندس في القوى المائية من جامعة تولوز ـ فرنسا
- مجاز في العلوم من جامعة تولوز ـ فرنسا
- حائز على شهادة الدروس المعمقة في الهندسة المائية
- أستاذ محاضر في كلية الهندسة ـ جامعة القديس يوسف
- رئيس مصلحة تنفيذ المياه ـ وزارة الطاقة والمياه

فهرست

١ـ كلمة موجزة عن جغرافية محافظة البقاع

- تؤلف مساحة محافظة البقاع حوالي ٤٢ ٪ من مساحة لبنان.
- يحد المحافظة سلسلة جبال لبنان الشرقية وسلسلة جبال لبنان الغربية
- إن محافظة البقاع مقسمة اداريا إلى خمسة اقضية :
  - قضاء زحلة المؤلف من مدينة زحلة ومن ٤٢ بلدة او قرية
  - قضاء بعلبك المؤلف من مدينة بعلبك ومن ١٤٦ بلدة او قرية
  - قضاء الهرمل المؤلف من مدينة الهرمل ومن ٨١ بلدة او قرية او مزرعة
  - قضاء البقاع الغربي المؤلف من ٣٧ بلدة او قرية
  - قضاء راشيا المؤلف من ٢٨ بلدة او قرية
- إن اكبر مدينة في المحافظة هي زحلة وهي مركز المحافظة
- مناخ محافظة البقاع هو داخلي يتراوح بين قاري (منطقة القاع ـ بعلبك)، (منطقة زحلة والبقاع الغربي) وهو بشكل عام، جاف، وقاري أقل جفافاً (مشغرة) وتتفاوت الحرارة اليومية تفاوتا كبيرا بين الصيف والشتاء اذ يصل إلى عشرين درجة مئوية وبين النهار والليل يبلغ احيانا عشردرجات. يتراوح معدل هطول الامطار بين ٢٠٠ ملم (البقاع الشمالي) و١٣٠٠ ملم (قاع الريم) وتهطل الامطار بمعدل سبعين يوما في السنة.
- ارض البقاع ، بصورة عامة ، هي خصبة ٠ وكانت ، في غابر الزمان ، تسمى اهراء روما.
- إن محافظة البقاع مقسمة، طوبوغرافيا، إلى ثلاثة اقسام :
  - البقاع الجنوبي مؤلف من هضبات غير مرتفعة ؛
  - البقاع الاوسط مؤلف من سهل خصيب يتراوح ارتفاعه بين ٩٠٠ و ١٠٠٠ متر عن سطح البحر.
  - البقاع الشمالي الذي يتراوح ارتفاعه بين ٥٠٠ و ٧٠٠ متر وهو يتصل بسهل حمص.

وقد اورد المهندس الرائد المرحوم ابراهيم عبد العال إن «سهل البقاع كان خلال احقاب جيولوجيةسابقة بحيرة عظيمة تمتد بين بعلبك وجب جنين ، وقد تكون من رسوبات الطمي التي كانت تحملها المياه في البحيرة وظهر على اثر انسحاب المياه في الحقبة الجيولوجية الرابعة».

٢ ـ حاجة الفرد اليومية لمياه الشرب

درجت وزارة الطاقة والمياه ـ المديرية العامة للموارد المائية والكهربائية ـ على اعتماد حاجة الفرد اليومية لمياه الشرب بمئة ليتر.

إن هذا الرقم هو ادنى من الارقام المعتمدة دوليا، علما إن الدول المتقدمة تعتبر إن الكمية المخصصة للفرد لا يجب إن تتدنى عن /٢٥٠/ليتر/ يوم ، في الوقت الحاضر وهذا الرقم هو في ازدياد مضطرد نظراً للتطور في الميادين الاجتماعية والحضارية والثقافية.

مع الاشارة إلى إن معدلات استهلاك المياه تتأثر اساسا، بالعوامل التالية :

- مستوى المعيشة؛
- طبيعة الجو؛
- التقدم الصناعي؛
- ثمن المياه؛
- جغرافية المنطقة السكانية؛
- نظام توزيع المياه؛

بالاضافة إلى إن الهدر في كميات مياه الشرب هو امر لا يمكن تلافيه كليا، وانه مرتبط بنوعية شبكات توزيع مياه وبدرجات صيانتها ، ويتراوح ما بين ١٥ ٪ و٥٠ ٪.

وتجدر الاشارة إلى إن الدراسات الحديثة التي قامت بها وزارة الطاقة والمياه اعتمدت تقدير الحاجة اليومية الفرد وفقا لما يلي ، كمعدل عام :

١٥٠ ليتر عام ١٩٩٥

٢٢٠ ليتر عام ٢٠٢٠

٣ ـ تنظيم قطاع المياه في محافظة البقاع

كانت ، في السابق ، شؤون المياه في محافظة البقاع مناطة بمؤسسات عدة ، هي:

أولاً: ثلاث مصالح لمياه الشرب:

❖ مصلحة مياه زحلة وجوارها التي تأسست بموجب المرسوم رقم ١٨٠٢٣ تاريخ ٥٧/١٢/٩؛

❖ مصلحة مياه شمسين التي تأسست بموجب المرسوم رقم ١١٠ تاريخ ٨٩/٦/٢٢؛

❖ مصلحة مياه بعلبك-الهرمل التي تأسست بموجب المرسوم رقم ٤٤١٩ تاريخ ٨٧/١٢/١٠؛

❖ لجان مياه محلية عديدة ؛

وبتاريخ ٢٠٠٠/٥/٢٩ صدر القانون رقم ٢٢١ القاضي بتنظيم قطاع المياه في لبنان وتم تعديله بموجب القانون رقم ٢٤١ تاريخ ٢٠٠٠/٨/٧ والقانون رقم ٣٧٧ تاريخ ٢٠٠١/١٢/١٤ ، وكان اهم ما ورد في القانون المذكور وتعديلاته :

١ ـ دمج كافة مصالح ولجان المياه في البقاع بمؤسسة عامة واحدة اسمها : مؤسسة مياه البقاع مركزها مدينة زحلة.

٢ ـ اناطة كافة أشغال المياه في محافظة البقاع مياه الشرب ، مياه الري والمياه المبتذلة بالمؤسسة المذكورة.

٣ ـ تكليف المؤسسة القيام باعمال درس وتنفيذ واستثمار وصيانة وتجديد المشاريع المائية لتوزيع مياه الشفة ومياه الري وجمع ومعالجة تصريف المياه المبتذلة وفقا للمخطط التوجيهي العام للمياه او لموافقة مسبقة من وزارة الطاقة والمياه على استعمال مصادر المياه العمومية او على مواقع محطات تنقية المياه المبتذلة او المصبات الجديدة لتصريف المياه المبتذلة.

٤ ـ اقتراح تعرفات لخدمات مياه الشفة والري وتصريف المياه المبتذلة على إن تؤخذ بالاعتبار الاوضاع الاجتماعية والاقتصادية العامة ٠

٥ ـ مراقبة نوعية مياه الشرب والري الموزعة ونوعية المياه المبتذلة عند المصبات ومخارج محطات التنقية.

٤ ـ مياه الشفة في قضاء زحلة

٤ـ١: مصادر المياه الرئيسية

٤ـ١ـ١: الينابيع

- ينابيع البردوني
- نبع شتوره
- آبار جديتا
- قسم من نبع شمسين
- نبع رأس العين في قب الياس

٤ـ١ـ٢: الآبار

- آبار جديتا
- بئر حوش الامراء
- بئر معلقة زحلة
- بئر حشمش

٤ـ٢ : عدد السكان

بناء لدراسة قامت بها وزارة الطاقة والمياه خلال اعوام ١٩٩٦-١٩٩٧-١٩٩٨ تبين أن عدد السكان، الحالي والمعتمد مستقبلا، هو التالي :

الرقم	عدد السكان	عام ١٩٩٥	عام ٢٠٢٠
١	مدينة زحلة وجوارها	٨٢٠٠٠ نسمة	١٥٠ ٠٠٠ نسمة
٢	بلدات وقرى قضاء زحلة	١٧١٠٠٠ نسمة	٣٤٩ ٠٠٠ نسمة

٤ـ٣ : الحاجات المائية للشرب

إن الحاجات المائية للشرب في قضاء زحلة مفصلة كما يلي :

الرقم	الحاجة المائية	عام ١٩٩٥	عام ٢٠٢٠
١	مدينة زحلة وجوارها	١٤ ٠٠٠ م٣/يوم	٣٥ ٠٠٠ م٣/يوم
٢	بلدات وقرى قضاء زحلة	٣٢ ٠٠٠ م٣/يوم	٧٧ ٠٠٠ م٣/يوم

مع الاشارة إلى إن تصريف الينابيع والآبار الموجودة والملحوظ حفرها وتجهيزها هو كاف لتأمين الحاجات المائية للشرب في قضاء زحلة حتى عام ٢٠٢٠.

٤ـ٤ : المشاريع المائية

٤ـ٤ـ١ : المشاريع المدروسة

لحظت الدراسة التي قامت بها وزارة الطاقة والمياه تنفيذ المشاريع المائية الرئيسية التالية :

- ❖ حصر الينابيع الرئيسية الموجودة : ينابيع البردوني ـ نبع شتوره ـ نبع رأس العين.
- ❖ حفر وتجهيز آبار وانشاء محطات ضخ في الكرك ـ نيحا وقب الياس.
- ❖ انشاء خطوط جر وضخ.
  - ـ من ينابيع البردوني إلى زحلة.
  - ـ من نبع شمسين إلى بلدات كفرزبد وعين كفرزبد والدلهمية وقوسايا ورعيت ودير الغزال.
  - ـ من نبع شتوره إلى خزان اقليمي في اعالي بلدة جديتا لتامين مياه الشرب إلى جديتا وشتوره وتعلبايا وسعدنايل.
  - ـ تجديد شبكات توزيع مياه الشرب وانشاء خزانات في بلدات القضاء.

٤ـ٤ـ٢ : المشاريع المنفذة

تم، خلال السنوات الخمس الاخيرة ، تنفيذ الأشغال التالية :

- ❖ حصر ينابيع البردوني
- ❖ حفر بئر الكرك
- ❖ تجديد شبكات توزيع مياه الشرب في بلدات قاع الريم ـ الفرزل ـ جديتا ـ مكسي وجزئيا في قب الياس.

٥ ـ مياه الشفة في قضائي بعلبك ـ الهرمل

٥ـ١ : مصادر المياه الرئيسية

٥ـ١ـ١ : في قضاء بعلبك

- ❖ ينابيع اليمونة (نبع المغر ونبع التفاحة ونبع الاربعين) ؛
- ❖ عيون ارغش (نبع الغوار ونبع الشمالي ٠٠٠) ؛
- ❖ نبع اللبوة ؛
- ❖ نبع اللجوج
- ❖ نبع رأس العين ؛
- ❖ نبع الفاكهة ؛
- ❖ نبع رأس بعلبك؛
- ❖ نبع سباط ؛
- ❖ نبع يحفوفا ؛
- ❖ نبع اهلا ؛

٥ـ١ـ٢ : في قضاء الهرمل

- ❖ نبع رأس المال ؛
- ❖ عين البحصا (او نبع عروبه)؛
- ❖ نبع المعبور الابيض ؛
- ❖ عين الجامع ؛
- ❖ نبع سمحات ؛
- ❖ عين الزرقا ؛
- ❖ نبع الحور ؛

٥-٢ : عدد السكان

بناء لدراسة قامت بها وزارة الطاقة والمياه، خلال اعوام ١٩٩٦-١٩٩٧-١٩٩٨، تبين إن عدد السكان الحالي والمعتمد مستقبلا، هو التالي:

الرقم	عدد السكان	عام ١٩٩٥	عام ٢٠٢٠
١	قضاء بعلبك	٣٠٥ ٠٠٠ نسمة	٦٣٥ ٠٠٠ نسمة
٢	قضاء الهرمل	٥٦ ٠٠٠ نسمة	١١٥ ٠٠٠ نسمة

٥-٣ : الحاجات المائية للشرب

إن الحاجات المائية للشرب في قضائي بعلبك - الهرمل مفصلة كما يلي:

الرقم	الحاجة المائية	عام ١٩٩٥	عام ٢٠٢٠
١	قضاء بعلبك	٤٥ ٠٠٠ م٢/يوم	٩٧ ٠٠٠ م٢/يوم
٢	قضاء الهرمل	٨٩٠٠ م٢/يوم	٢١ ٠٠٠ م٢/يوم

مع الاشارة إلى إن تصريف الينابيع المذكورة أعلاه لا يكفي ، حاليا ، لتأمين حاجات اهالي قضائي بعلبك - الهرمل لمياه الشرب نظرا لان مساحة القضائين هي كبيرة جدا والتجمعات السكانية متباعدة بالنسبة لعدد الينابيع ، بالاضافة إلى إن قسما كبيرا من مياه الينابيع السطحية يستعمل لتأمين مياه الري إلى الاراضي الزراعية ، سيما وان الزراعة هي المورد الاساسي لعيش المواطنين في القضائين.

ولهذا السبب، يعتمد قسم كبير من المجموعات السكانية على الآبار، العامة او الخاصة، لتأمين مياه الشرب.

٥-٤ : المشاريع المائية

٥-٤-١ : المشاريع المدروسة

لحظت الدراسات التي قامت بها ، مؤخرا ، وزارة الطاقة والمياه تنفيذ المشاريع المائية الرئيسية التالية :

❖ حصر الينابيع الرئيسية الموجودة : ينابيع اليمونة - عيون ارغش - نبع اهلا ونبع رأس المال.

❖ حفر وتجهيز آبار وانشاء محطات ضخ وعددها عشرة في قضاء الهرمل وثلاثة واربعون في قضاء بعلبك.

❖ انشاء خطوط جر من ينابيع اليمونة إلى بلدات وقرى ومزارع المنطقة الغربية من قضاء بعلبك.

❖ انشاء خطوط ضخ من نبع اللبوة إلى بلدات وقرى اللبوة - النبي عثمان - العين - بجاجة - جبولة - المقراق - النقره - التوفيقية.

❖ انشاء خط جر مياه نبع الشاغور وقسم من نبع اللجوج إلى بلدة نحله.

❖ انشاء خط ضخ من بئر الطيبة إلى خزان اقليمي مقترح في الطيبة وانشاء خط جر من هذا الخزان إلى بلدات مجدلون، حوش بردى وحوش تل صافيه

❖ انشاء خط ضخ من بئري بريتال إلى خزان اقليمي في بريتال وانشاء خط جر من هذا الخزان إلى بلدتي حور تعلا وحزين.

❖ انشاء خطوط جر من ينابيع عيون ارغش إلى البلدات والقرى والمزارع الممتدة بين عيناتا ونيحا ودير الاحمر وكذلك انشاء خزانات اقليمية ومحلية وحفر وتجهيز آبار وانشاء محطات ضخ في دير الاحمر والرام والكنيسه.

❖ حفر وتجهيز اربع آبار وانشاء محطات ضخ في محيط بلدة عرسال لتأمين مياه الشرب إلى البلدة.

❖ تجديد شبكات توزيع مياه الشرب وانشاء خزانات في بلدات وقرى القضائين.

٥-٤-٢ : المشاريع المنفذة

تم، خلال السنوات الاربع الاخيرة، تلزيم وتنفيذ كامل او قسم من الأشغال التالية :

❖ جر مياه ينابيع اليمونة إلى بلدات وقرى المنطقة الغربية من قضاء بعلبك: شليفا - بوداي - مزارع.

❖ بيت مشيك - الحدث - بعلبك - طاريا - شمسطار - بيت شاما - قصرنبا وغيرها وصولا إلى تمنين التحتا.

❖ تجديد شبكات توزيع مياه الشرب وانشاء خزانات في بلدات وقرى المنطقة الغربية من قضاء بعلبك

❖ جر مياه عيون ارغش إلى بلدات وقرى المنطقة الغربية الشمالية من قضاء بعلبك: عيناتا - المزارع - بشوات - دير الاحمر و غيرها.

❖ حفر وتجهيز آبار وانشاء محطات ضخ وخطوط ضخ وجر رئيسية في بلدات وقرى المنطقة الشرقية من قضاء بعلبك الممتدة بين مدينة بعلبك وبلدة النبي شيت.

❖ انشاء وتجهيز محطة ضخ في وادي فعرا والقليلة والحرفوش وفيسان ورماسا.

❖ تجديد شبكات توزيع مياه الشرب وانشاء خطوط دفع وخزانات في القاع والنبي عثمان والحرفوش والقليلة.

٦ ـ مياه الشفة في قضائي البقاع الغربي وراشيا

٦-١ : مصادر المياه الرئيسية

٦-١-١: الينابيع

❖ نبع شمسين

❖ عين الزرقا

علما إن ينابيع عميق ـ خربة قنافار ـ عين زبدة ـ عين الدب ـ مشغره تستعمل للري.

٦-١-٢: الآبار

❖ بئر لوسي

❖ آبار محلية يبلغ عددها سبعة عشر بئرا موزعة في مختلف بلدات وقرى القضائين.

٦-٢: عدد السكان

بناء لدراسة قامت بها وزارة الطاقة والمياه خلال اعوام ١٩٩٦-١٩٩٧-١٩٩٨، تبين إن عدد السكان الحالي والمعتمد مستقبلا ، هو التالي :

الرقم	عدد السكان	عام ١٩٩٥	عام ٢٠٢٠
١	قضاء البقاع الغربي	٨٨ ٠٠٠ نسمة	١٦٤ ٠٠٠ نسمة
٢	قضاء راشيا	٢٨ ٠٠٠ نسمة	٥٢ ٠٠٠ نسمة

٦-٣ : الحاجات المائية للشرب

إن الحاجات المائية للشرب في قضائي البقاع الغربي وراشيا مفصلة كما يلي:

الرقم	الحاجة المائية	عام ١٩٩٥	عام ٢٠٢٠
١	قضاء البقاع الغربي	٣ ٠٠٠ م٣ / يوم	٤٥ ٠٠٠ م٣ / يوم
٢	قضاء راشيا	٢٨ ٠٠٠ م٣ / يوم	١٢ ٠٠٠ م٣ / يوم

مع الاشارة إلى إن معدل كمية مياه الشرب المؤمنة إلى الاهالي في القضائين يصل ، حاليا، إلى حد اقصاه ٧٠ ليتر/فرد/يوم ، وهو رقم متدن نسبيا٠ وهذا الامر ناتج عن الاسباب التالية :

❖ عدم كفاية تصريف الينابيع والآبار الموضوعة قيد الاستثمار، حاليا ؛

❖ النقص في منشآت الضخ والتخزين ؛

❖ النقص ، واحيانا الفقدان، في وسائل النقل والتوزيع ؛

❖ تخفيض الكميات لتأمين الحاجات الصناعية و/اوالزراعية؛

٦-٤ : المشاريع المائية الرئيسية

٦-٤-١: المشاريع المدروسة

لحظت وزارة الطاقة والمياه تنفيذ المشاريع المائية الرئيسية التالية :

❖ انشاء خطي ضخ من محطة شمسين إلى خزانين اقليميين في منطقة عنجر حيث ينطلق خط باتجاه قصور مائية مقترحة في الروضة والمرج وحوش الحريمه والخياره وخط اخر باتجاه خزانات مقترحة في الدكوه والصويري ومزرعة الصويري والمنارة.

❖ انشاء خط ضخ من بئري لوسي باتجاه خزان اقليمي في السلطان يعقوب ومنه ينطلق خط جر يؤمن المياه لعيتا الفخار ومدوخا وعين عرب وخربة روحا والبيره والرفيد والمحيدثه وكفردنيس وضهرالاحمر وجب جنين وكامد اللوز وعانا وعميق.

❖ انشاء وتجهيز محطة ضخ على عين الزرقا وانشاء خط ضخ لتأمين مياه الشرب إلى سحمر ويحمر ولبايا وزلايا وقليا ومشغره وعين التينه وميدون وعيتنيت وصغبين وعين زبده.

❖ انشاء وتجهيز عشر محطات ضخ جديدة.

❖ انشاء احد عشر خزانا اقليميا وتسعة وثلاثون خزانا واو قصرا مائيا محليا.

❖ تجديد شبكات توزيع مياه الشرب في اثنين واربعين بلدة وقرية.

٦-٤-٢ : المشاريع المنفذة

قامت وزارة الطاقة والمياه ، خلال السنوات الثلاث الاخيرة، بتلزيم وتنفيذ كامل او قسم من الأشغال التالية :

❖ تجديد شبكة توزيع مياه الشرب في خربة قنافار

❖ تجديد شبكة توزيع مياه الشرب وانشاء خطوط جمع عام للمياه المبتذلة في كل من القرعون ومشغره وسحمر.

٧ ـ ترشيد استثمار المصادر المائية للشرب

بغية الاستفادة إلى الحد الاقصى من الينابيع الموجودة وبهدف ترشيد وتحسين استعمال الينابيع، يقتضي ، بصورة عامة :

١ـ الاستفادة من مياه الينابيع خلال الفترة التي لا تستثمر فيها الينابيع لاغراض الري، وهذه الفترة هي، غالبا، نفسها لفترة الغزارة (من شهر كانون الاول حتى شهر نيسان) ، سيما وانه من الممكن جر المياه بالجاذبية ، مما يؤدي، عمليا، إلى تلافي اللجؤ إلى الضخ في آبار عدة عامة ، وبالتالي توفير الطاقة .

٢ـ القيام باعمال حصر الينابيع الموجودة، غير المحصورة سابقا، وذلك وفقا لقواعد الفن وتأهيل منشآت الحصر للينابيع المحصورة سابقا، بغية الحصول على اكبر كمية ممكنة من المياه.

٣ـ حفر آبار جديدة وتجهيزها، بعد اجراء الدراسات الهيدروجيولوجية المعمقة، وذلك لتأمين مياه الشرب إلى المجموعات السكانية التي لا تتوفر لها مصادر مائية سطحية ذات تصريف استثماري.

بالاضافة إلى انه يقتضي تنظيم حملات توعية، في مختلف وسائل الاعلام، لارشاد المواطنين إلى ضرورة المحافظة على كميات المياه المتوفرة وعدم هدرها كونها ملك عام بات وجودها يتضاءل نظرا لتقلبات المناخ في العالم، ولا سيما ازدياد التصحر في مختلف بقاع الارض.

المراجع

١ ـ المهندس زياد خليل الحجار

❖ المياه اللبنانية والسلام في الشرق الاوسط

❖ آذار ١٩٩٧ – توزيع دار العلم للملايين

٢ ـ ابراهيم عبد العال ، منشورات جمعية أصدقاء ابراهيم عبد العال

❖ الجزء الأول : المحاضرات

❖ الجزء الثاني : الدراسات

٣ ـ محفوظات وزارة الطاقة والمياه

موضوع الصرف الصحي
مشاكل وحلول

إعداد : المهندس حسن جعفر

❖ مهندس مياه جوفية وجيولوجيا منذ ١٩٧٤.

❖ رئيس مصلحة تصحيح المحيط منذ ١٩٩٥ (المصلحة المسؤولة عن مواضيع الصرف الصحي وحماية مصادر المياه في لبنان)

أصبح من الضروري لاستمرار الحياة بشكل مقبول ان تدخل على قائمة محرماتنا الأضرار بالبيئة وهدر المياه أو تلويثها وتلويث الهواء وقتل العناصر الأساسية من حيوان ونبات لإبقاء حياة مقبولة للأجيال القادمة.

ان احد اهم عناصر التلوث البيئي هي مياه المجارير أو الصرف الصحي وكل معالجة غير مدروسة وغير صحيحة قد يكون لها عواقب سيئة جداً على البيئة وعلى عناصر الحياة الأساسية.

لهذا يجب التعامل مع مشاكل الصرف الصحي بدرس وعلم وعدم اللجوء الى الارتجال والحلول المؤقتة أو الى الطرق الأسهل والمتوفرة.

على مدى عدة سنوات تم وضع الإستراتيجية البيئية اللبنانية للصرف الصحي انطلاقاً من عدة عوامل تتعلق بمساحة لبنان وموقعه الجغرافي وجغرافية وجيولوجية هيدروجيولوجية وهيدرولوجية.

لقد اعتمدت محطات معالجة المياه المبتذلة الكبيرة انطلاقاً من مبدأ الأحواض المائية بتجاوز التقسيمات الإدارية والقضائية وحتى المحافظات.

فمثلاً حوض نهر بيروت من أعلى القمم حتى الشاطىء ستجمع مياه الصرف الصحي في محطة على شاطىء برج حمود وعلى طول الشاطىء ساد مبدأ المحطات الكبيرة أما في منطقة البقاع أو ما يسمى وادي البقاع فقد أخذ بعين الاعتبار الحاجة الماسة لكل قطرة ماء.

فقد تم تقسيم المحافظة الى عدة أحواض هي من الشمال نحو الجنوب: الهرمل، اللبوة، شعت، بعلبك، دير الأحمر، تمنين، زحلة عنجر، جب جنين، القرعون. هذه الأسماء تدل على اسم الحوض، ويشمل كل حوض على العديد من القرى. فمثلاً محطة عنجر تشمل القرى الواقعة بين بوارج وعنجر منها قب الياس وشتورا وقسم من السلطان يعقوب المنارة والمرج وبر الياس الخ... هذه المحطات الرئيسية وبعض المحطات الصغيرة مثل اليمونة، عيناتا الأرز، عرسال وغيرها. لأنها تقع في بعض المناطق المغلقة، لاستحالة جمعها مع المحطات المحيطة بدون عمليات ضخ بسبب التضاريس الجغرافية.

تتركز محطات المعالجة الواقعة بين نبع الليطاني وبحيرة القرعون على مجرى النهر

لأن المجرى هو الشريان الذي تتجمع فيه كل المياه المتساقطة كأمطار والجارية كأنهار وسيول من سلسلتي جبال لبنان الغربية والشرقية. وهذا يجعل من منطقة البقاع من الهرمل حتى جنوب سد القرعون وحتى منطقة مرجعيون - الخيام المنطقة الأكثر تعرضاً للتأثر بالتلوث بكل أنواعه. فالأمطار والسيول تجرف معها كل الملوثات نحو سهل البقاع نحو المجاري المائية وخاصة مجرى نهر الليطاني فتتسرب الى المياه الجوفية أو تسيل مع المياه الجارية نحو المزروعات أو نحو بحيرة القرعون ومنها الى الجنوب والشاطىء.

الملوثات التي يخلفها الانسان على الهضاب الغربية تجرفها مياه الأمطار شتاءً نحو البحر فيخف تأثيرها على المياه الجوفية والمياه الجارية الأقل استعمالاً في ري المزروعات لضيق المساحات الزراعية.

فلذلك تم اعتماد المرحلة الثالثة في عملية معالجة المياه المبتذلة في البقاع وهي المرحلة التي تكون فيها المياه نقية مئة بالمئة وصالحة لري جميع أنواع المزروعات أو لتخزينها شتاءً في بحيرة القرعون. بالإضافة الى إعادة استعمال المياه بعد معالجتها يمكن الاستفادة من معالجة الوحل او السمأة للصرف الصحي كأسمدة أو مخصبات زراعية تعتبر صحية أكثر من المخصبات الكيمائية كما يمكن إنتاج الغاز المنزلي بكميات اقتصادية.

ان التفكير بالاستفادة الاقتصادية القصوى من عملية معالجة مياه الصرف الصحي تم التخطيط لها في جميع المحطات التي ستقام على الأراضي اللبنانية.

بالإضافة الى الاستفادة الاقتصادية من إقامة محطات المعالجة الكبيرة سيتم تحقيق وفر كبير في أعمال الصيانة والإدارة والتشغيل كما سيتم الحد من أشغال مساحات الأراضي حتى الحد الأقصى كما ان تكاليف إقامة المحطات الكبيرة هي أقل مرتين من تكاليف المحطات الصغيرة. وأعمال التشغيل والصيانة للمحطات الصغيرة غالية جداً.

بالإضافة الى مبدأ الوفر المالي والاستفادة الاقتصادية سيتم الحد من احتمالات توقف محطات المعالجة وتعريض البيئة والصحة والمياه الى أفدح المخاطر وهذا الهدف الأهم الذي نطمح اليه ومن هذا الهدف يتم المحافظة على واقع لبنان السياحي وعلى السياحة التي تشكل أهم عناصر الاقتصاد اللبناني والدخل القومي.

ان لبنان النظيف بهوائه ومائه وأرضه كان ويجب ان يبقى الملجأ والمنتجع لسكان

جميع الدول المحيطة القريبة والبعيدة وهي الحالة التي لا يستطيع اي بلد آخر محيط مزاحمته فيه.

ان المعالجة التي توفرها محطات الصرف الصحي هي محصورة بمياه المجارير من المنازل والمكونة من المركبات العضوية والقلوية وبنسبة قليلة جداً من المركبات الكيمائية من المنظفات المستعملة في المنازل.

اما مياه المصانع والمعامل الغذائية ومحطات المحروقات والمستشفيات والمزارع والدباغات فالقانون اللبناني يمنع وصلها بشبكة المجارير العامة الا بعد معالجتها وتنقيتها بواسطة محطات خاصة تركب في كل مصنع ومعمل ومؤسسة مهما كان نوعها وحجمها.

فمهما كان ذلك صعباً فسيتم تحقيق هذه الأهداف وسيتم قمع كل مخالفة وإغلاق كل مؤسسة مخالفة كما أقفل معمل السكر.

لقد تم انجاز عشرات الكيلومترات من شبكات الصرف الصحي في منطقة البقاع على أساس مخططات ودراسات وضعت.

ويتم حالياً استكمال المناطق التي تعذر دراستها قبل الانسحاب الاسرائيلي من البقاع الغربي والجنوب.

ان اللحظة التي سيتم فيها إنجاز شبكات ومحطات المعالجة للمياه المبتذلة سيتم توفير كميات كبيرة لمياه الشفة ولمدة طويلة.

L'image peut être utilisée pour ses qualités intrinsèques, à savoir la continuité géographique et la géométrie:

- Le fait de couvrir de grandes zones de manière continue prédispose l'image à des usages de produit en fonds de plan dans les SIG. L'image donne ainsi le contexte géographique dans lequel s'insèrent les données vectorielles de la base.
- En terme de géométrie, la construction d'une base de données dans un SIG exige de disposer d'un référentiel géométrique sur lequel viendront se superposer toutes les autres couches d'information. Ce référentiel est souvent constitué par la carte topographique à moyenne échelle (c'est le cas en France de la BD Carto de l'IGN, voire de la BD Topo) mais tous les pays sont loin de disposer d'une cartographie topographique systématique, actualisée et accessible à tous les utilisateurs. L'image satellitale rectifiée géométriquement, et a fortiori la spatiocarte, peuvent alors fournir une alternative intéressante pour les bases de données aux moyennes échelles (1: 25 000 à 1: 200 000).
- La télédétection peut être une source directe de nouvelles informations ou de mise à jour d'informations déjà existantes dans le SIG, surtout quand les besoins sont descriptifs (localisation des ressources, calcul des superficies). Elle permet d'obtenir comme cela a été vu précédemment des inventaires des ressources, des plans d'occupation du sol, etc... Elle peut aussi déboucher sur des documents plus élaborés utiles dans un contexte de gestion et de suivi de la ressource: des évaluations de la dynamique des milieux (paysage agricole en restructuration, croissance urbaine, incendie de forêt, etc...), des données cartographiques (MNT), des données de synthèse.
- Par leur côté esthétique et leur objectivité, les images peuvent enfin renforcer le pouvoir de communication de ceux qui les intègrent dans leur SIG, ce point étant particulièrement important dans les applications où les parties en présence ont des intérêts divergents et où le dialogue sur des bases objectives prime sur toute autre considération.

---

1 ADEOS: le satellite japonais lancé le 17 août 1996 a cessé de fonctionner le 30 juin 1997 selon une annonce officielle de la NASDA, l'agence spatiale japonaise.
2 PIAO: Photo-Interprétation Assistée par Ordinateur
3 CNES: Centre National d'Etudes Spatiales
4 SFPT: Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection
5 IFN: Inventaire Forestier National
6 IGN: Institut Géographique National
7 STI: Système de Traitement d'Image

Sur le plan de traitement des données, il existe aussi une réelle synergie entre les deux outils qui est résumée dans la figure suivante:

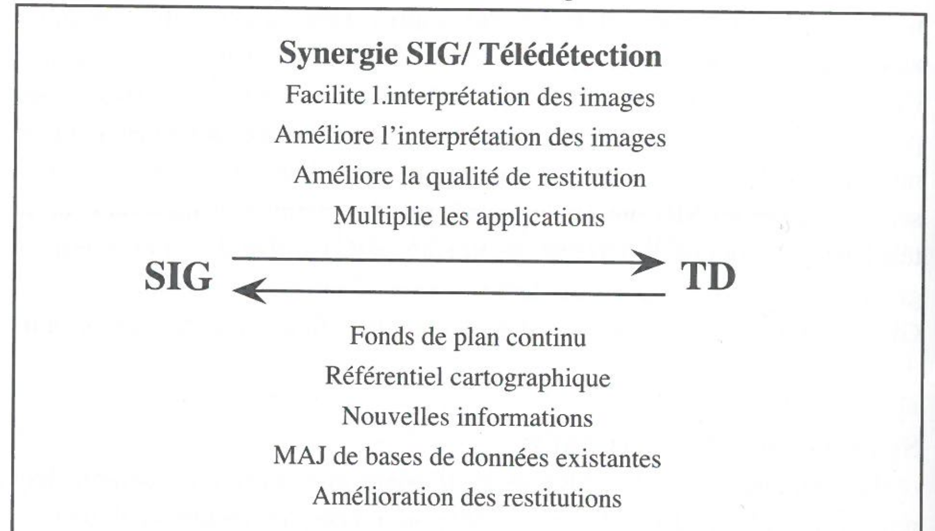


Figure 1.22. *Résumé des interactions possibles entre les SIG et la télédétection*

Apports des SIG à la télédétection

Cette complémentarité est abordée de plus en plus dans le monde de la télédétection. Le SIG s'avère utile soit du fait des données contenues dans sa base, soit gr,ce à des fonctionnalités spécifiques absentes des logiciels de traitement d'image:

- Le SIG est capable de gérer des données physiques (relief, pédologie, climat, etc...), thématiques (BD de l'IFN[5], ...), cartographiques (BD carto IGN[6], ...), socio-économiques (enquêtes...), administratives (limites communales...) qui peuvent faciliter énormément l'interprétation des images satellites, soit en apportant une information déjà existante (ce n'est alors plus la peine d'essayer de l'extraire de l'image), soit en apportant de nouvelles clés d'interprétation. A titre d'exemple, des éléments du relief (pente, exposition, altitude) peuvent servir à identifier des espèces forestières, pourtant indissociables au niveau de leur radiométrie.
- Actuellement, les STI[7] sont assez pauvres en matière d'outils d'analyse géographique. Parmi ceux qui font le plus défaut, on peut citer des outils pour sélectionner des zones sur des critères de distance géographique, pour tracer des limites autour de réseaux, etc.. Prenons l'exemple d'une étude par télédétection destinée à identifier les cultures irriguées à l'aide d'un réseau collectif. Le fait de pouvoir tracer des cercles "d'irrigabilité" autour de chaque borne qui délivre l'eau permettrait d'avoir des a priori très forts sur les possibilités de présence ou d'absence d'irrigation.

Les STI ont également des possibilités de restitution assez limitées pour la mise en forme des documents finaux alors que ces fonctionnalités sont très performantes sur la plupart des SIG.

On voit donc que le SIG contribue à une meilleure valorisation de la télédétection, d'une part en l'intégrant dans des bases de données plus large ce qui multiplie les applications, d'autre part en augmentant la précision des informations tirées des images ce qui est un frein de moins à leur utilisation.

Apports génériques de la télédétection aux SIG

Depuis le début des années 90, il existe un réel consensus sur le fait que la télédétection ne représente qu'une source d'information géographique dans les SIG au même titre que d'autres types de données, avec toutefois des atouts spécifiques :

- les données de télédétection sont homogènes et continues sur de grandes surfaces;
- elles offrent une vision multispectrale voire hyperspectrale unique;
- elles permettent d'accéder à des zones dites "inaccessibles" pour des questions de topographie, de climat, de catastrophe naturelle ou encore pour des raisons politiques;
- elles autorisent des observations très rapprochées dans le temps d'un même endroit;
- les archives en images sont très fournies, avec la possibilité de revenir 25 ans en arrière gr,ce aux données Landsat MSS;
- les images sont sous forme numérique, ce qui facilite considérablement leur intégration dans les bases de données des SIG;
- les programmes satellitaux sont maintenant suffisamment nombreux et fiables pour garantir aux utilisateurs une continuité dans la fourniture d'images.

réponses et éventuellement lors du déroulement de l'étude, à contrôler la qualité des prestations et des produits.

Quand il existe des alternatives techniques à l'approche par télédétection (photographies aériennes, enquêtes sur le terrain...) débouchant sur des résultats comparables, il ne faut pas hésiter à quantifier les co°ts et les délais de ces solutions pour les comparer à ceux de la télédétection.

L'intégration de la télédétection dans les SIG

Historique

La manière dont a été ou est abordée l'intégration des SIG et de la télédétection est totalement différente selon les pays considérés. Les éléments qui entrent en ligne de compte sont à la fois technologiques, stratégiques et même culturels.

Ainsi, aux USA ou au Canada qui ont une longue expérience en matière de SIG, la télédétection satellitale pourtant également ancienne (le premier satellite Landsat MSS a été lancé en 1972) a connu peu de succès comme source d'information pour les SIG. La télédétection a surtout été utilisée au niveau de la photographie aérienne de manière indirecte en permettant l'élaboration de cartes qui ont ensuite été saisies au sein des SIG. Cette situation peut s'expliquer par au moins trois raisons :

- d'une part, avant le lancement de SPOT, les satellites Landsat n'étaient pas gérés de manière commerciale et il était donc difficile d'investir dans une technologie dont l'avenir était incertain.
- d'autre part, comme toute autre nouvelle technologie, la télédétection satellitale venait remettre en question des méthodes de travail et elle a été d'autant moins admise qu'au départ, les performances de Landsat MSS ne permettaient de concrétiser tous les espoirs qui avaient été mis dans l'outil.
- du côté des télédétecteurs, la donnée de base était l'imagerie satellitale, le reste n'étant que données "auxiliaires".

L'intégration des images dans les SIG connaît maintenant un très vif intérêt du fait d'une meilleure gestion commerciale des images satellitales et de l'amélioration des performances sur les nouveaux capteurs.

Par contre, la stratégie de la France dans le domaine spatial a favorisé l'essor rapide de la télédétection satellitale alors que les SIG ont été totalement ignorés jusqu'à la fin des années 1980, c'est à dire quelques années après le lancement du satellite SPOT (février 1986). Il est clair que l'engouement très fort pour les SIG en France ces dernières années est en partie lié aux efforts de la communauté de la télédétection qui a besoin de ce nouveau vecteur pour passer à un régime supérieur. Ainsi, les premiers séminaires sur les SIG ont été organisés par des institutions du monde de la télédétection comme le CNES[3], la SFPT[4], SPOT IMAGE... Les premiers grands projets de SIG et de télédétection (COSMIP en Midi-Pyrénées, GEOSPACE en Savoie, etc...) ont également bénéficié du soutien de certains de ces organismes.

Synergie entre les deux outils

La synergie entre les SIG et la télédétection s'est considérablement renforcée depuis le début des années 90 pour un certain nombre de raisons:

Les développeurs de logiciels SIG ont fait de leur côté de très gros efforts pour intégrer des fonctionnalités images dans leurs produits (affichage, conversion vecteur/raster, module d'analyse en raster, analyse intégrée raster/vecteur) et ont mené des approches marketing commune avec les fournisseurs d'images.

Les distributeurs de données de télédétection ont quant à eux fait des progrès au niveau technique et au niveau marketing:

Ils ont mis au point de nouveaux produits plus adaptés aux SIG. C'est le cas des spatiocartes. Ils ont également développés des offres "métiers" de produits et services (cas des packages télécoms). Ils ont enfin utilisé leur expérience de l'image pour développer des outils de PIAO plus accessibles aux non spécialistes(c'est par exemple le cas du logiciel Image Interpretor© développé par la société Géoréférence directement dans l'environnement du logiciel SIG ArcView©).

En matière de marketing, ces distributeurs ont mis en place des licences multi-utilisateurs de leurs produits. Ils ont commencé à développer des produits cartographiques disponibles "sur étagère". Ils se sont rapprochés des constructeurs de logiciels SIG dans des approches marketing communes.

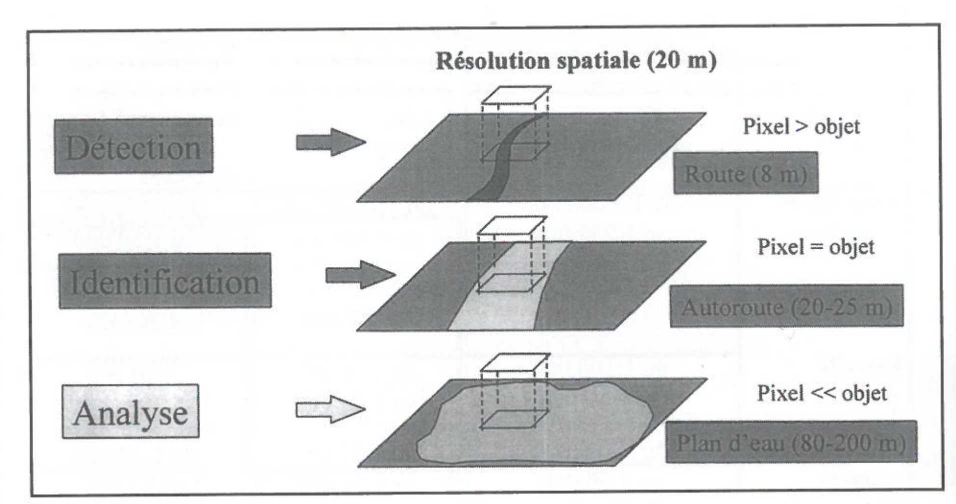


Figure 1.20. Relation résolution spatiale / taille des objets selon l'objectif de l'interprétation : détection, identification ou analyse

La répétitivité d'observation du capteur doit être compatible avec la durée de vie du phénomène à étudier. Les principales cultures annuelles en Europe sont mises en place pour plusieurs mois, ce délai étant largement compatible avec la répétitivité de la plupart des satellites à haute résolution, comprise entre quelques jours (2 à 3) et quelques semaines. Il permet même d'acquérir plusieurs images à différents stades des cycles culturaux.

Par contre, le suivi d'un phénomène beaucoup plus fugace de quelques heures ou de quelques jours, comme par exemple une inondation, se révèle plus difficile, surtout quand il s'accompagne de conditions défavorables à la prise de vue (nuages avec les inondations, fumée dans le cas de grands incendies). Les capteurs passifs à haute résolution peuvent ne pas suffire et il vaut mieux privilégier les capteurs actifs de type radar si le phénomène à étudier est perceptible dans ces longueurs d'onde ou les capteurs à très haute répétitivité de type NOAA lorsque leur résolution spatiale reste compatible avec les objectifs de l'étude.

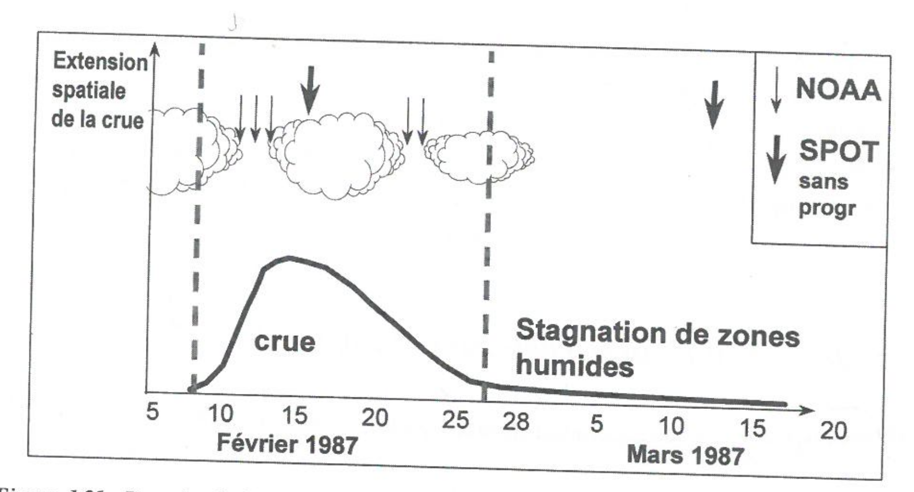


Figure 1.21. Exemple d'effet de la résolution temporelle du capteur (ici NOAA et SPOT sans programmation) pour l'obtention d'images sans nuage lors d'une inondation sur la plaine du Gharb au Maroc

Les coûts, les délais et les moyens disponibles (humains, techniques, financiers) vont influer sur le choix de la filière pour réaliser l'étude.

Il n'existe malheureusement pas de règles générales pour réaliser ce choix.

Les coûts de certains produits de la télédétection ont déjà été donnés dans ce document (tableau 1.3.). Ils vont représenter une part plus ou moins importante dans le budget total de l'étude en fonction de la valeur ajoutée à apporter pour arriver aux objectifs visés. Quand il s'agit de produire des cartes d'occupation du sol, les images brutes de base représentent 20 à 40% du coût total de l'étude. Cette part peut descendre à 5 à 10% dans le cas de projets plus complexes (projets de cadastre par exemple). Dans les chapitres suivants, des études de cas seront présentées dans le domaine de l'irrigation et du drainage avec des indications sur le co°t de la part liée à la télédétection.

Dans le cas de sous-traitance à des sociétés de service, les devis peuvent varier d'un facteur 1 à un facteur 5 ce qui peut être totalement déroutant pour des non spécialistes. Les recommandations de base sont de rédiger un cahier des charges précis et unique et de le diffuser à plusieurs sociétés de service réputées. Il ne faut pas hésiter à ce stade de l'étude à faire appel de manière ponctuelle à une expertise extérieure pour aider à rédiger le cahier des charges, à identifier les sociétés aptes à réaliser l'étude, à analyser les

Pour définir les spécifications techniques des moyens à mettre en úuvre, il est bien entendu indispensable d'avoir une bonne vision du projet: zone d'étude, caractéristiques des produits et des informations attendus, moyens disponibles (budget, personnel, équipements), délais.

La nature du phénomène à étudier peut conditionner le choix des produits, des capteurs, du nombre de dates de prise de vue.

Si par exemple l'objectif est de produire une cartographie des gelées, il est indispensable de choisir un satellite dont les capteurs disposent d'un canal dans l'infrarouge thermique (cas de NOAA, de Landsat).

Dans le cas du projet MARS de statistique agricole à l'échelle de l'Europe, 4 images à haute résolution (Landsat ou SPOT ou IRS-1C) doivent être acquises à des périodes de prise de vue précises dans une même saison culturale pour arriver à identifier de manière satisfaisante chaque culture. Dans ce cas, la répétitivité des satellites est un critère fondamental à prendre en compte.

Chaque capteur peut être caractérisé par une échelle maximale de validité en fonction de sa résolution spatiale (cf. tableau suivant).

Capteur	Résolution	Echelle max
Photos aériennes	dm < <m	1:5 000 à 1:50 000
IRS-1C P	5,8 m	1:12 500
SPOT P	10 m	1:25 000
SPOT XS	20 m	1:50 000
LANDSAT TM	30 m	1:100 000
LANDSAT MSS	80 m	1:250 000
NOAA	1 km	1:1 000 000

Tableau 1.5. Echelle maximale approximative d'utilisation des principaux capteurs en cartographie thématique en fonction de leur résolution spatiale

En changeant d'échelle, on change d'objets perçus. De plus, chaque type de paysage a sa propre échelle de variation. Le choix de la résolution spatiale va ainsi dépendre de la zone étudiée, de la taille des objets à observer (cf. tableau ci-dessous).

Paysages agricoles typiques / Objets	Agriculture mécanisée - grand parcellaire >>5 ha - USA - Fermes indust.	Agriculture sur parcellaire moyen > 1 ha - Europe	Agriculture sur petit parcellaire, non mécanisée - paysages tropicaux
Zone Agro-climatique	du 1:1 000 000 au 1:250 000	du 1:1 000 000 au 1:100 000	du 1:500 000 au 1:50 000
Paysage rural homogène	1:250 000	1:100 000	1:50 000
Parcelle	du 1:100 000 au 1:50 000	du 1:50 000 au 1:25 000	1:10 000
Inventaire des cultures	du 1:100 000 au 1:50 000	du 1:25 000 au 1:10 000	du 1:10 000 au 1:1 000

Aérien : 1:5 000 à 1:50 000 — SPOT : 1:25 000 à 1:50 000 — LANDSAT TM 1:100 000 — LANDSAT MSS 1:250 000

Tableau 1.6. Echelle maximale approximative d'utilisation des principaux capteurs en cartographie thématique en fonction de leur résolution spatiale

Le choix de la résolution spatiale du capteur va également du degré de caractérisation visé: détection, identification, interprétation:

- La détection d'un objet (par exemple, un élément linéaire sans pour autant arriver à savoir s'il s'agit d'un chemin, d'une limite de parcelle, d'un canal) peut être effectuée même avec des pixels de taille nettement inférieure à la taille de l'objet à partir du moment où il existe un bon contraste entre cet objet et l'environnement.
- L'identification d'un objet (il s'agit bien d'une route) suppose de disposer de pixels de taille similaire à celle de l'objet.
- L'analyse d'un objet (l'hétérogénéité d'une parcelle par exemple) nécessite que l'objet soit couvert par 20 à 25 pixels au minimum.

On distingue l'approche métrique (on mesure des distances entre le pixel candidat et les classes) et l'approche probabilistique (on accepte en général l'hypothèse que la distribution statistique des classes suit une loi normale) où l'on calcule la probabilité d'appartenance du pixel à chacune des classes. La méthode la plus connue est celle du maximum de vraisemblance sous hypothèse gaussienne. Elle présente en plus l'avantage de pouvoir affecter à chaque pixel non seulement une classe mais également la probabilité de correcte affectation à cette classe.

A chaque étape, on a des moyens pour évaluer la précision du document obtenu. Cela consiste à comparer sur les parcelles tests (parcelles d'apprentissage et parcelles de contrôle) les résultats de l'enquête terrain et ceux de la classification. Pour cela, on construit un tableau de contingence appelé "matrice de confusion". On peut ainsi calculer, soit par classe, soit pour l'ensemble des classes, une précision statistique (on ne s'intéresse qu'aux superficies) et une précision géographique (on prend en compte non seulement les superficies mais aussi la localisation géographique).

En fin de traitement, on peut procéder à des regroupements de classes radiométriques en classes thématiques. L'utilisation de filtres d'homogénéisation permet d'éliminer les pixels isolés.

Il faut savoir que les processus de classification sont très interactifs et itératifs, surtout au niveau de la constitution des classes radiométriques.

Le calcul des surfaces est ensuite obtenu par comptage automatique des pixels pour chaque classe, soit sur l'ensemble de l'image, soit sur des zones dont on aura obtenu les limites par importation de fichiers (limites administratives par exemple) ou tracé interactif à l'écran.

Les cartes thématiques ainsi obtenues sont ensuite intégrables au sein d'un SIG. Nous y reviendrons plus loin.

La Photo-Interprétation Assistée par Ordinateur (PIAO

Cette technique s'est considérablement développée depuis le début des années 1990 du fait d'une combinaison de facteurs favorables: ses avantages spécifiques intrinsèques (on n'est pas encore arrivé à dépasser les performances de l'úil humain et du raisonnement associé), la baisse des co°ts des équipements informatiques et l'amélioration de leurs performances, le développement de fonctionnalités images sur les logiciels SIG, l'arrivée de produits prêts à l'emploi déjà rectifiés géométriquement et radiométriquement (cas des spatiocartes).

Cette approche combine les avantages de la photo-interprétation à la puissance du travail informatisée: l'ordinateur offre toutes les facilités de visualisation (affichage à des échelle précises, amélioration de contraste, affichage d'autres informations qui peuvent simplifier l'interprétation, calculs de distance, de surface, production de cartes ...) et le photo-interprète se concentre sur l'analyse de l'image. Les logiciels SIG du marché disposent de plus en plus de fonctionnalités avancées en PIAO ce qui évite de faire appel à des logiciels de traitement d'image spécialisés et plus complexes.

Ainsi, le projet MARS de statistiques agricoles à l'échelle de l'Europe repose en grande partie sur du travail de PIAO pour la reconnaissance des cultures.

Quels produits, quelle filière? Quelques critères de choix

Même si de gros efforts de simplification d'accès à la donnée ont été faits, les choix préliminaires de produits et de filières de traitements restent multiples et donc complexes.

La figure ci-dessous indique quels sont les principaux facteurs techniques, économiques et humains à prendre en compte et leur impact en matière de produits et de filières.

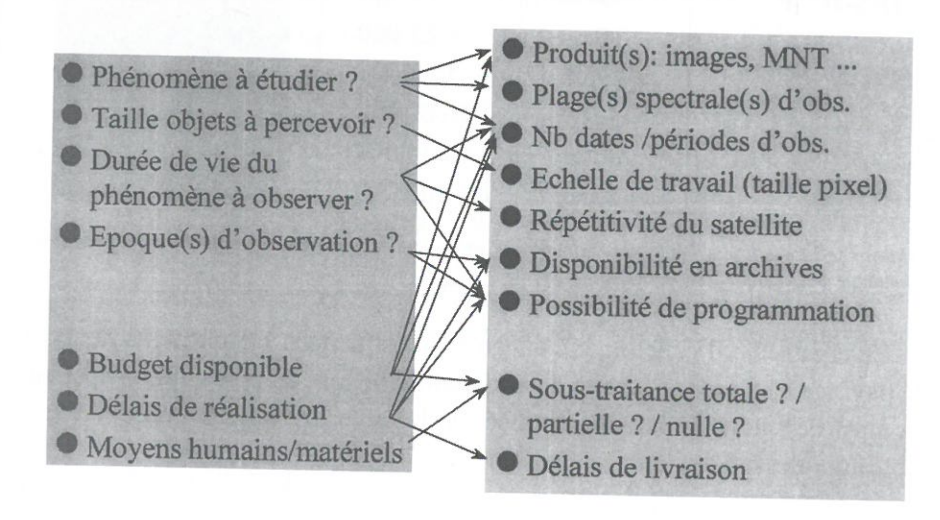


Figure 1.19. *Influences de critères techniques, économiques et humains sur le choix de produits et de filières*

Chaque pixel a un point représentatif dans cet espace des radiométries et une image constitue donc un nuage de points, sur lequel on peut appliquer divers traitements : tous consistent à isoler des portions du nuage (ou classes) et à identifier sur l'image les pixels correspondants (cf. figure suivante).

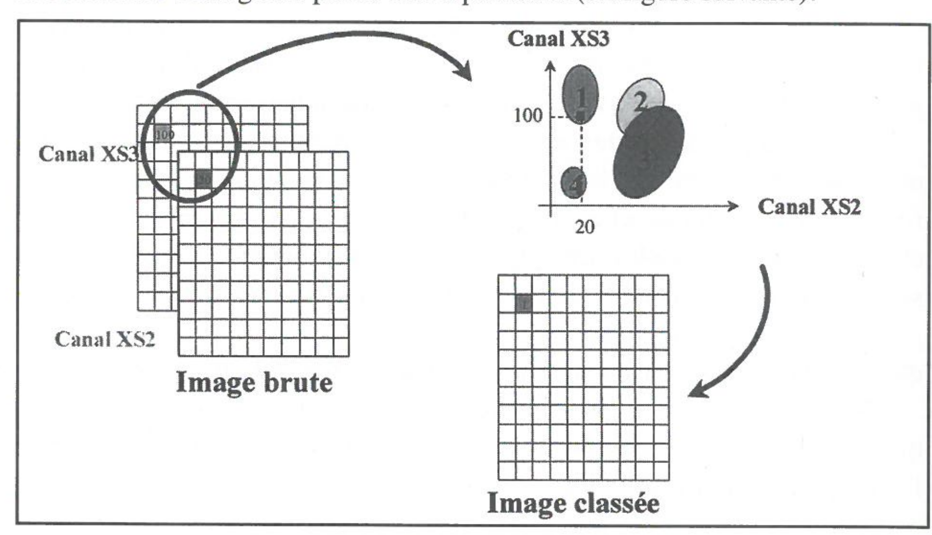


Figure 1.18.: Principe de la classification thématique d'une image

Parmi le très grand nombre d'algorithmes proposés, on peut distinguer deux groupes principaux :

- Les classifications non supervisées, c'est à dire sans prise en compte de données de calage sur le terrain.

Il s'agit d'un découpage entièrement mathématique de l'espace radiométrique en un nombre de classes défini par l'utilisateur. L'algorithme le plus connu est celui des nuées dynamiques.

Les classes finales n'ont pas de signification thématique.

Cette technique est intéressante dans les cas où il est impossible de se rendre sur le terrain.

On l'utilise aussi en préalable d'une classification supervisée dont on parlera plus loin. Dans ce cas-là, l'intérêt est de localiser spatialement toute les classes qui se distinguent sur le plan de la radiométrie ce qui permet ensuite d'identifier sur le terrain chacune de ces classes. Il s'agit ici d'une aide à la construction du plan d'échantillonnage de l'enquête sur le terrain.

Une autre méthode consiste à classer l'image de manière non supervisée en un nombre de classes largement supérieur à celui que l'on cherche à extraire en final. On regroupe ensuite progressivement et interactivement à l'écran certaines classes entre elles jusqu'à se rapprocher au mieux de la réalité.

Les classifications supervisées

Dans ce cas là, un certain nombre de zones (parcelles tests) sont enquêtées sur le terrain selon un plan d'échantillonnage précis. En général, dans le cas d'inventaire des cultures, on enquête plutôt des groupes de parcelles conjointes (appelés "segments") car ils sont plus facilement identifiables sur l'image et ils permettent de redresser des biais liés à la classification. Les taux d'échantillonnage constituent un compromis entre la représentativité de l'échantillon et le coût de l'enquête. Ils varient en général entre 1 % et 3 %.

Ces zones tests sont ensuite repérées sur l'écran de l'ordinateur puis délimitées avec des outils plus ou moins interactifs. Un groupe de parcelles est alors mis de côté : il servira en fin de traitement à l'évaluation de la qualité de la classification (parcelles de contrôle).

Pour les parcelles restantes (parcelles d'entraînement), on calcule les statistiques de chaque parcelle (moyenne et écart-type dans chaque canal) puis on les regroupe en classes radiométriques (parfois le nombre de classes radiométriques est supérieur au nombre de classes thématiques si un thème présente trop de variabilité). On obtient donc les paramètres statistiques pour chaque classe radiométrique.

On aborde alors la phase de classification proprement dite qui consiste à affecter chaque pixel de l'image à une des classes radiométriques selon des critères de similitude. Plusieurs algorithmes de classification existent:

Le plus simple est le seuillage sur un seul canal. On l'utilise par exemple pour extraire l'eau sur le canal proche infrarouge car ce thème présente des valeurs très faible par rapport aux autres types d'occupation du sol.

Dans le cas de seuillages simultanés dans plusieurs canaux, on parle de méthode hypercube.

Les séparations entre classes ne sont pas toujours aussi évidentes et il faut souvent utiliser des algorithmes plus complexes.

- L'indice de brillance (IB).

Comme l'indice de végétation, c'est une combinaison linéaire entre le rouge et le proche infrarouge.

$$IB = (PIR^2+R^2)0.5$$

On l'utilise pour caractériser les sols nus. Il varie en fonction de la couleur des sols, de leur humidité, de leur texture et de leur structure.

En pédologie, on utilise aussi l'indice de rougeur d'un sol ($IR = R^2/ B \times V^3$) ou encore l'indice de couleur d'un sol ($IC = (R-V)/(R+V)$).

Les documents finaux, que l'on peut appeler cartes statistiques, peuvent être directement intégrés dans des SIG.

L'exemple le plus significatif est l'utilisation d'IVN obtenus à partir d'images NOAA (le fonctionnement en tandem de 2 satellites NOAA permet de disposer d'une image toutes les 6 heures) pour suivre l'évolution de la végétation sur de très grandes zones et la comparer à une évolution en année normale.

On voit tout l'intérêt de la technique pour la mise en place de systèmes d'alerte. Cette méthode est utilisée pour le suivi des sécheresses dans beaucoup de pays du monde (et notamment en France).

Là aussi, ces documents statistiques peuvent ne constituer qu'une étape dans la chaîne de traitement de l'image.

Les traitements de texture, de structure, de reconnaissance de formes

Il s'agit ici d'exploiter les relations de voisinage, à savoir la variabilité interne des objets qui constituent un paysage (notion de texture), leur limite, leur forme et leurs relations dans l'environnement global de l'image (contexte).

Si la prise en compte de ces relations de voisinage est implicite et quasi-naturelle en photo-interprétation, elle devient complexe en traitement automatique et peut faire appel à des techniques extrêmement sophistiquées réservées aux spécialistes (transformée de Fourier, géométrie fractale, matrices de co-occurrences, variogrammes...).

Pour prendre en compte la texture d'une image, on se sert de filtre, c'est à dire d'une fenêtre de taille paramétrable (3 x 3 pixels ou plus) et sur laquelle

on calcule la nouvelle valeur du pixel central en prenant en compte les valeurs des pixels voisins contenus dans la fenêtre. Cette fenêtre se déplace progressivement sur l'ensemble de l'image. Les coefficients appliqués à chacun des pixels de la fenêtre varient selon l'objectif recherché.

Il existe des filtres linéaires destinés à réhausser les contrastes locaux, à faire ressortir les éléments qui s'organisent dans des directions préférentielles ou encore à diminuer les fortes transitions (effet de lissage).

Il existe aussi des filtres non linéaires qui permettent par exemple les opérations d'érosion ou de dilatation d'images binaires, encore appelées filtres morphologiques. Le filtre d'homogénéisation est très utile pour éliminer des pixels isolés sans signification thématique. On peut fixer des seuils d'homogénéisation : ainsi, on peut décider par exemple d'affecter au pixel central la valeur la plus représentée dans le voisinage 3 * 3 à condition que cette valeur concerne au moins cinq pixels sur les 8 (cinq est le seuil).

Ces approches permettent de générer de nouveaux canaux dits de texture qui, combinés aux canaux bruts de départ, permettent souvent d'améliorer l'interprétation de l'occupation du sol.

Certains traitements texturaux suffisent parfois pour extraire entièrement des informations particulières. Ainsi, l'extraction des zones urbaines est automatisable sur les images SPOT à partir d'une succession de dilatations et d'érosions.

La recherche actuelle porte surtout sur l'extraction automatique d'éléments linéaires caractéristiques de l'image. Il s'agit en particulier des réseaux (routes, cours d'eau) mais aussi les limites de parcellaires. De gros progrès ont été faits dans ce domaine ces dernières années (travaux de l'ONERA, de MS2I, du Laboratoire COGIT de l'IGN,...) compte tenu de l'intérêt que cela représente dans le domaine de la cartographie automatique.

Les classifications

Il s'agit du procédé le plus utilisé en télédétection. Il consiste à regrouper des ensembles de pixels similaires en classes. On peut se baser simplement sur les valeurs radiométriques des pixels ou intégrer également les relations de voisinage entre pixels (voir le paragraphe précédent).

Dans le cas de classifications basées sur les radiométries, on rappelle qu'une image satellite peut être représentée par un espace à n dimensions.

coordonnées sur l'image à rectifier et dans le document de référence. Des précisions de l'ordre du demi-pixel ou du pixel sont envisageables dans des conditions optimales de traitement (points d'appuis précis, nombreux et bien répartis sur l'image) et de site (faible dénivelé).

Il existe aussi des méthodes plus élaborées qui permettent, soit de réduire le nombre de points d'appuis sur de gros projets (technique dite de spatio-triangulation en utilisant les paramètres physiques de prise de vue), soit d'utiliser des méthodes plus automatiques basées notamment sur les corrélations entre images ou la reconnaissance de formes.

Il est enfin possible de corriger les déformations géométriques dues au relief dans le cas de prise de vue oblique en utilisant un MNT.

Les corrections géométriques englobent aussi toutes les méthodes de rééchantillonnage des images qui permettent de changer la taille du pixel. Les radiométries sont recalculées selon des algorithmes plus ou moins complexes. Ces techniques sont largement utilisées pour combiner des données de résolutions différentes (ex: une image Landsat TM à 30 m combinée à une image IRS-1C à 5,8 m).

Les corrections radiométriques sont intéressantes pour l'utilisateur final car elles permettent de standardiser les comptes numériques, mais la correction des effets atmosphériques et de ceux liés au relief reste tout de même complexe. A l'heure actuelle, on se limite le plus souvent à corriger les effets de l'inclinaison solaire qui varie au cours de l'année ainsi que ceux liés au vieillissement des détecteurs sur les capteurs pour arriver à des valeurs de luminance au sommet de l'atmosphère.

L'ensemble de ces traitements favorisent la $PIAO_2$ d'images acquises successivement dans le temps : on essaie de ne conserver que les effets dus à l'évolution du phénomène observé. Ainsi, une chaîne de prétraitement entièrement opérationnelle a été mise au point en s'appuyant sur ces techniques dans le cadre du projet de statistiques agricoles à l'échelle de l'Europe (projet MARS).

Les images résultantes (on ne parle pas encore d'information) peuvent être intégrées telles quelles dans des systèmes d'information pour constituer des documents d'habillage, de repérage ou pour démarrer un travail de photo-interprétation.

Elles peuvent également subir d'autres traitements dont nous allons parler plus loin.

La production d'images "statistiques"

Les images de télédétection étant entièrement numériques, il est possible de les combiner par informatique soit pour réduire le volume d'information, soit pour créer de nouveaux canaux présentant un intérêt thématique.

Dans le premier cas, on peut citer la méthode de l'analyse en composante principale qui consiste à générer de nouveaux canaux (les composantes principales) dont les premiers rassemblent l'essentiel de l'information contenu dans l'image de départ. C'est intéressant par exemple dans le cas des images Landsat TM qui sont constituées de 7 canaux.

La méthode de la décorrélation entre deux canaux permet quant à elle de créer deux nouveaux canaux qui présentent moins de similitudes entre eux (corrélation faible) par rapport aux deux d'origine (corrélation forte). On utilise beaucoup cette méthode sur les deux premiers canaux de SPOT (vert et rouge).

L'inconvénient de ces méthodes statistique est de produire des images nouvelles sans signification thématique, ce qui rend difficile leur interprétation.

Dans le deuxième cas, une technique très courante consiste à produire des combinaisons linéaires de canaux dont les plus connues sont :

- l'indice de végétation.

Il en existe un très grand nombre.

On retrouve surtout l'indice de végétation normalisé (IVN) qui est un rapport de combinaisons linéaires entre les canaux rouge (R) et proche infrarouge (PIR). La formule est la suivante :

$$IVN = \frac{PIR - R}{PIR + R}$$

L'IVN présente l'avantage d'être corrélé au niveau de biomasse active des couverts végétaux. De plus, le fait d'utiliser un rapport permet de gommer certains effets perturbateurs qui affectent de la même manière les deux domaines spectraux (humidité du sol, relief).

Le traitement numérique des images: approche empirique et approche analytique

Les avantages du traitement numérique d'image se situent à plusieurs niveaux par rapport à la photo-interprétation classique : meilleure visualisation, souplesse d'édition, facilités de cartographie, extraction automatique de thématiques simples, estimation de surface, compression des données. En contrepartie, le traitement numérique des images demande des investissements lourds en équipements et en compétences techniques du personnel.

Deux approches différentes peuvent être mises en úuvre pour interpréter numériquement les images et déboucher sur des paramètres thématiques: une approche empirique basée sur une comparaison relative des radiométries des différentes classes d'occupation du sol ou une approche analytique où l'on cherche à retrouver par modélisation des paramètres thématiques.

L'approche empirique est la plus largement utilisée en phase opérationnelle mais le calage de l'interprétation (en utilisant des parcelles de référence connues sur le terrain) doit être renouvelé pour chaque nouvelle image.

L'approche analytique est plus complexe car elle nécessite de corriger les images de tous les effets perturbateurs (successivement, les défauts de l'instrument de prise de vue, ensuite les conditions de la prise de vue, puis les perturbations atmosphériques et enfin, les variations d'éclairement dues à la topographie) et ensuite d'établir des relations (analytiques ou empiriques) entre les propriétés optiques de la cible et les paramètres thématiques recherchés (biomasse, humidité, type de culture...). Cette approche présente l'avantage de déboucher sur des paramètres quantitatifs et d'être extrapolable d'une image à l'autre. Pour les raisons évoquées dans le paragraphe sur les effets perturbateurs, cette approche n'est pas encore opérationnelle même si certaines étapes sont maintenant parfaitement maîtrisées (notamment, le passage en valeur de réflectance au sommet de l'atmosphère).

Le diagramme suivant résume les différentes étapes de traitement des données dans une approche empirique:

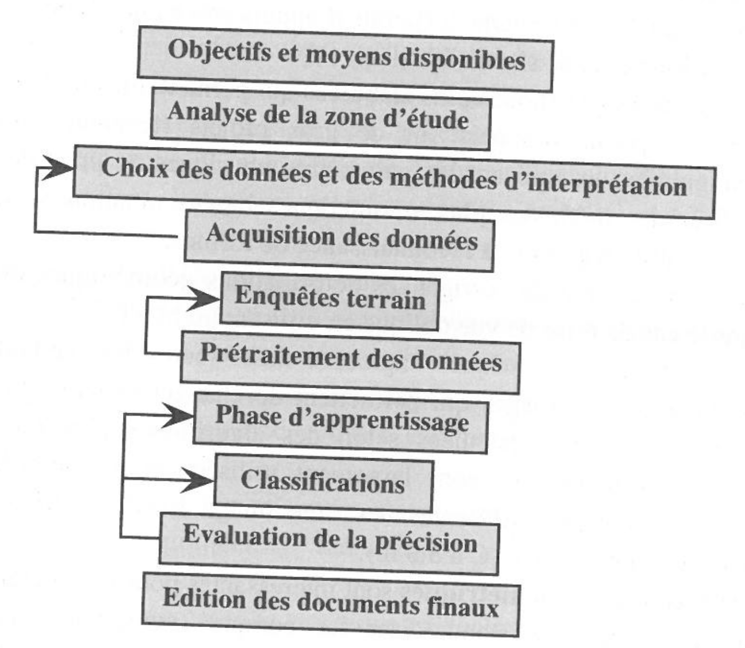


Diagramme 1.1. *Les différentes étapes de réalisation d'une étude par télédétection en adoptant une approche empirique de traitement des images*

Les prétraitements radiométriques et géométriques

Ces traitements sont d'autant plus importants que l'utilisateur cherchera à intégrer une approche analytique. Ils se situent en début de chaîne de traitement et visent à réduire les distorsions radiométriques et géométriques de l'image. Cette étape peut-être néanmoins fortement raccourcie en commandant aux sociétés de distribution d'images des produits déjà rectifiés.

Les corrections géométriques consistent à rectifier les images satellites de manière à les rendre superposables à d'autres images ou à des documents cartographiques de référence.

La méthode traditionnelle consiste à calculer un modèle de déformation polynomial à partir de points d'appuis (ou amers) dont on connaît les

Il existe plusieurs méthodes d'amélioration de contraste mais leur présentation dépasse le cadre de ce document.

Ces images améliorées peuvent être directement éditées sous forme de tirages papiers ou de films pour de la photo-interprétation manuelle, pour se repérer sur le terrain ou comme moyen de communication.

Certains logiciels SIG disposent maintenant de fonctionnalités d'amélioration de contraste (ArcView, Alliance...) ce qui renforce leur intérêt pour des travaux de PIAO.

La photo-interprétation

Nous ne développerons pas ici les principes de la photo-interprétation (cf. figure ci-dessous), cette technique étant pratiquée depuis de nombreuses années dans le domaine de la photographie aérienne. Elle continue à être largement utilisée en imagerie satellitale où elle présente certains avantages.

En fonction de sa connaissance du sujet étudié et du terrain, le photo-interprète expérimenté peut analyser une image dans son ensemble, en prenant en compte non seulement les teintes et couleurs mais également la forme, la texture et la structure des divers éléments qui la composent, ainsi que leur agencement dans l'espace en faisant abstraction des données parasites (ou "bruits"). De plus, il peut prendre en compte des informations extérieures à l'image (géologiques, pédologiques, climatologiques, etc...) et tirer parti de son expérience. La qualité de l'interprétation dépend donc avant tout de la compétence du photo-interprète.

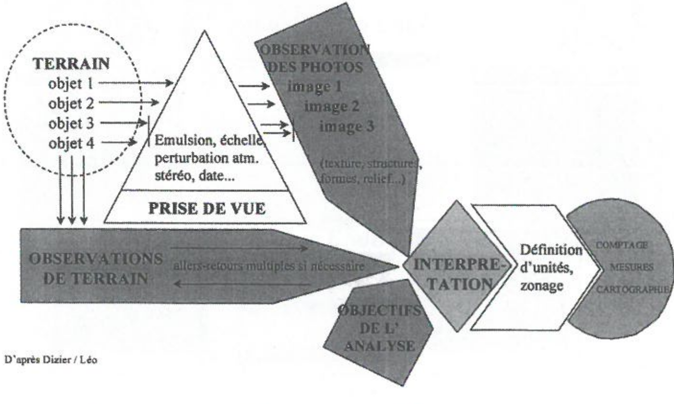


Figure 1.16.: Les principes de base de la photo-interprétation (d'après Dizier et Léo)

De manière générale, tout travail de photo-interprétation suppose de connaître quelle correspondance a été choisie entre les canaux et les 3 couleurs fondamentales (RVB) et quelles sont les signatures spectrales des thèmes d'occupation du sol rencontrés dans l'image (cf. paragraphe sur les signatures spectrales). Ainsi, dans l'image ci-dessous, quand les parcelles apparaissent en rouge, cela signifie qu'elles ont des valeurs radiométriques plus fortes dans le canal qui a été codé en rouge que dans les deux autres canaux. S'agissant ici d'une image en infrarouge fausse-couleur, c'est le canal proche infrarouge qui a été codé en rouge. Il ressort de la connaissance des signatures spectrales que c'est la végétation active qui présente une réflectance forte dans le proche infrarouge et faible dans le visible. Les parcelles qui apparaissent en rouge sont donc recouvertes de végétation.

Cette gymnastique mentale reste valable pour la PIAO et le traitement d'image.

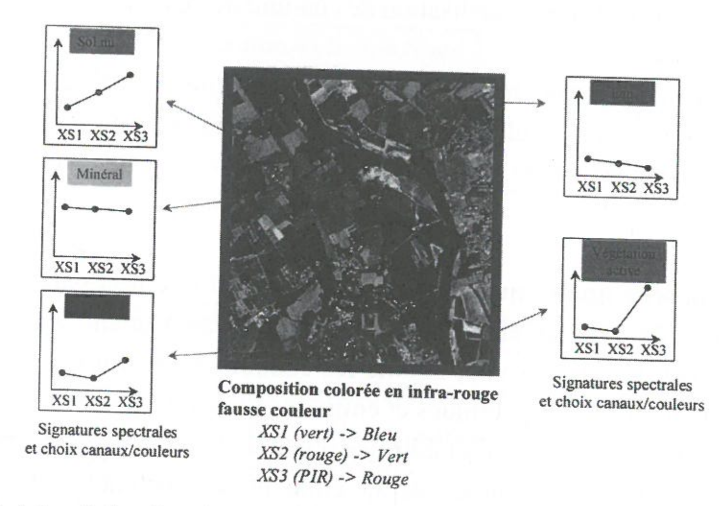


Figure 1.17.: Interprétation d'une image d'après les signatures spectrales et le codage canal/couleur

Un des inconvénients majeurs de l'interprétation manuelle est l'estimation des superficies occupées par les différents thèmes délimités par l'observateur, cette estimation étant longue, fastidieuse et par conséquence, source d'imprécision. De manière générale, la photo-interprétation manuelle met en jeu des procédés difficilement généralisables, qui doivent être renouvelés à chaque image.

Ces fonctionnalités d'affichage d'images (ainsi que des fonctions d'affichage, de zoom, de déplacement de la zone visualisée à l'écran), bien évidemment disponibles sur tous les logiciels de traitement d'image (Imagine, Multiscope, ErMapper, PCI, Mips, GeoImage...) apparaissent maintenant sur les logiciels SIG (ArcInfo, ArcView, GeoConcept, Idrisi, Illwiss, Alliance, Genasys, MapInfo...) avec toutefois des niveaux de performances très variables d'un logiciel à l'autre. Certains SIG disposent même d'une sonde numérique à l'écran de manière à retrouver les valeurs exactes de chaque pixel dans chaque bande spectrale (c'est le cas par exemple d'Alliance), ce qui permet d'affiner l'interprétation

Les améliorations de contraste

La correspondance standard entre échelle des valeurs et table des couleurs est le mode linéaire $y = x$. Ceci aboutit souvent à des images ternes car la plage numérique rencontrée sur les images (on parle de dynamique) occupe rarement les 255 valeurs numériques possibles.

On procède alors à des étalements de la dynamique en modifiant la correspondance entre l'échelle des valeurs et la table des couleurs de manière à obtenir le maximum de contraste sur la plage radiométrique qui nous intéresse (cf. figure suivante).

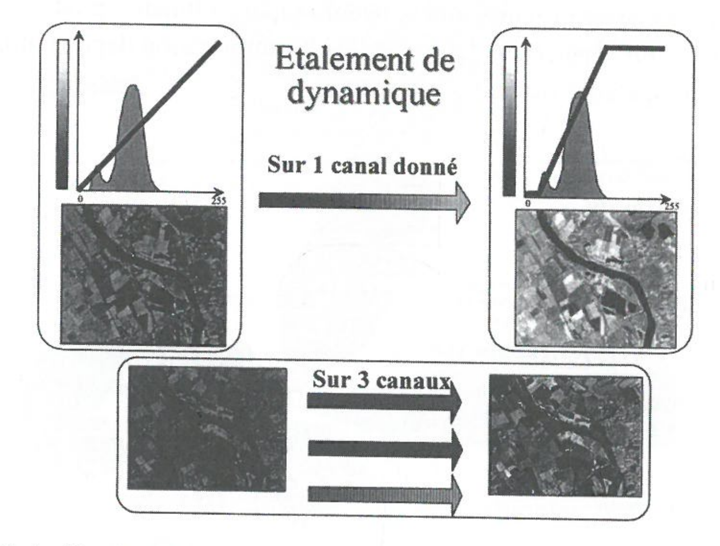


Figure 1.15.: Amélioration de contraste d'un canal en niveau de gris et d'une image en couleur

Il est également possible d'afficher simultanément trois canaux à la fois. On parle alors de composition colorée.

La méthode classique est de visualiser les canaux vert, rouge et proche infrarouge en leur affectant respectivement les couleurs bleu, vert et rouge. La superposition des trois selon le principe colorimétrique de la synthèse additive (cf. figure ci-dessous) permet d'obtenir une image en infrarouge fausse couleur comparable aux photographies aériennes.

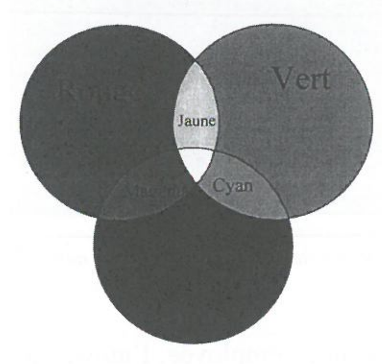


Figure 1.14.: Principe de la synthèse additive des couleurs

On voit dans la figure ci-desous que l'affectation des trois couleurs fondamentales aux canaux à visualiser reste totalement arbitraire mais que ce choix conditionne bien entendu le raisonnement du photo-interprète quand il cherche à retrouver la signification thématique des couleurs.

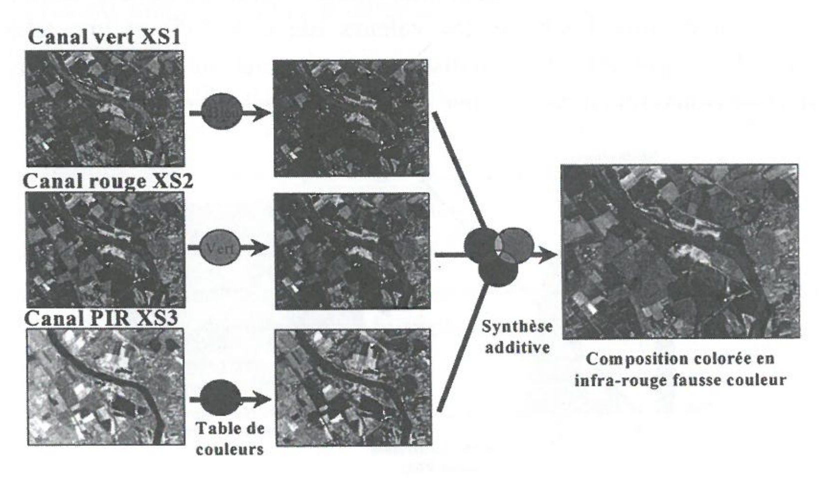


Figure 1.15.: Affichage d'une image SPOT en composé coloré infra-rouge fausse couleur

Le tableau ci-dessous résume les produits, les outils et les compétences à mobiliser pour chacune de ces 3 approches.

	Produit	Outils	Compétences
P.I. manuelle	papier/film	Table lumineuse	Photo-interprète Expertise terrain
T.I.	CD Rom	S.T.I (+SIG)	Spécialiste TI (Spécialiste SIG) Expertise terrain
P.I.A.O	CD Rom	SIG (+outils spécialisés PIAO)	Photo-interprète Opérateur SIG Expertise terrain

P.I.: Photo Interprétaiton - T.I. Traitement d'image - S.T.I.: Système de Traitement d'Image
P.I.A.O.: Photo Interprétation Assistée par Ordinateur

***Tableau 1.4.:** Produits, outils et compétences nécessaires selon la méthode d'interprétation utilisée*

Jusqu'à très récemment, la photo-interprétation manuelle et le traitement d'image ont été les techniques les plus largement utilisées. Le traitement d'image reste encore du ressort des spécialistes (laboratoires de recherche, sociétés de service, laboratoires de grosses structures comme les compagnies pétrolières ou minières...) car il exige de fortes compétences techniques et des outils onéreux.

La PIAO est une technique plus récente qui s'est développée au début des années 90 en partie du fait de l'intégration croissante dans les SIG de fonctionnalités spécifiques pour gérer les images. Cette approche est accessible aux non-spécialistes du traitement d'images tout en offrant la souplesse et la puissance du travail sur ordinateur.

La figure ci-dessous résume les avantages et inconvénients respectifs de 2 filières de traitement des images : le traitement numérique des images et la photo-interprétation.

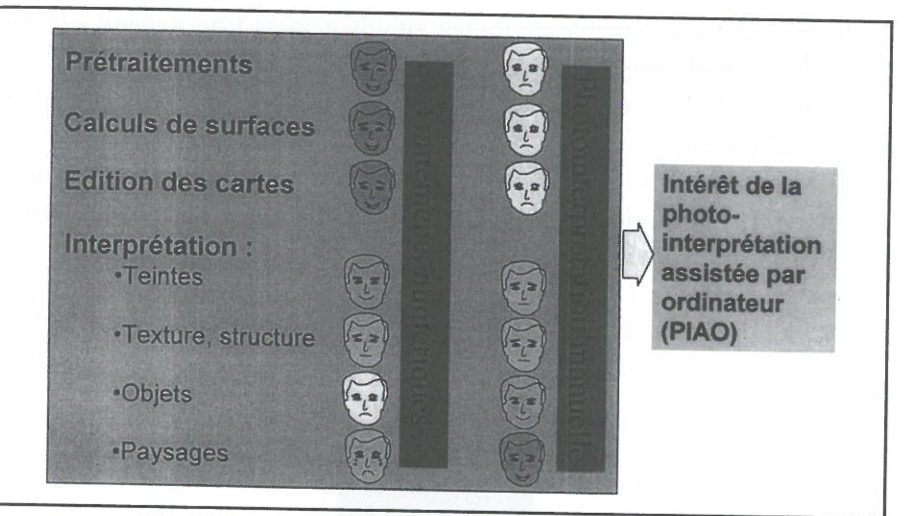


***Figure 1.12.:** Intérêt technique de la PIAO par rapport aux traitements numériques et à la photo-interprétation manuelle*

Quelle que soit la méthode employée, l'utilisateur final doit maîtriser un certain nombre de principes de base en matière d'affichage d'image (visualisation, amélioration de contraste) et de photo-interprétation.

La visualisation des images

La visualisation d'une image numérique à l'écran consiste à établir une loi de passage entre l'échelle des valeurs (de 0 à 255) et une table de couleurs. Il est possible de visualiser un seul canal en niveau de gris (cf. figure ci-dessous) ou en couleur par rapport à une table arc-en-ciel.

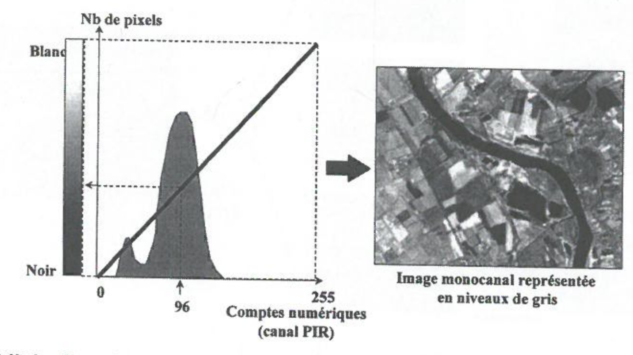


***Figure 1.13.:** Affiche d'une image monocanal en niveau de gris à l'aide d'une loi de transcodage linéaire*

fonctionne encore même si ses enregistreurs de bord n'opèrent plus. Landsat 5, lancé en 1984, fournit encore des images même si elles sont dégradées. Pour assurer une continuité du service, les programmes de type Landsat, SPOT, IRS, Radarsat prévoient des lancements successifs de satellites.

Malgré cela, l'expérience montre combien ce domaine technologique reste encore fragile : Landsat 6 a été détruit au moment de son lancement à la fin 1995 et le programme Landsat risque de connaître une interruption d'ici le lancement de Landsat 7 prévu en 1998. EOSAT a pu tout de même assurer sa survie en intégrant dans son offre les données des satellites indien IRS et en particulier IRS-1C.

SPOT 3 s'est arrêté brutalement de fonctionner en Novembre 1996. Heureusement, les deux premiers satellites permettront d'assurer la jonction jusqu'au lancement de SPOT 4 au début 1998 mais il n'est plus possible de stocker des données sur les enregistreurs de bord et il faut donc travailler uniquement en mode direct ce qui suppose une parfaite coordination avec le réseau de stations de réception.

Heureusement pour la communauté des utilisateurs, la multiplication imminente de satellites civils gérés commercialement va apporter une garantie beaucoup plus forte dans la fourniture continue de données et des services associés.

Les tendances dans les années à venir

On a distingué dans les années 1980 et 1990 les satellites à haute résolution spatiale mais à faible répétitivité (Landsat, SPOT, ERS1) et les satellites à faible résolution spatiale mais à forte répétitivité (NOAA).

Dans les études de phénomènes dynamiques (suivi de la végétation, de maladies, d'un incident climatique), la tendance a été de combiner les deux types de données pour bénéficier de leurs avantages respectifs. Cette tendance se poursuivra en particulier avec le lancement sur SPOT 4 de l'instrument à large champ appelé Passager Végétation qui présentera des caractéristiques similaires à NOAA en terme de résolution, de répétitivité et de taille d'image mais avec des bandes spectrales similaires aux instruments HRV.

La nouveauté de la fin de cette décennie et du début du 21ème siècle sera l'arrivée des satellites civils à très haute résolution spatiale, réservée jusqu'à présent au domaine militaire. Le fait que ces satellites soient l'objet

d'investisseurs privés laisse présager un très fort dynamisme commercial de la part des structures de distribution. Ce type de données rentrera directement en concurrence avec la photographie aérienne pour des applications qui n'étaient pas encore envisageables avec les données à haute résolution (urbanisme, cartographie à moyenne échelle ...).

On note également des changements significatifs au niveau des structures de commercialisation: au départ, le programme Landsat n'était pas géré sur des bases commerciales et il a fallu attendre l'arrivée des satellites SPOT pour que soient mises en place des structures privées de commercialisation (EOSAT pour Landsat, SPOT IMAGE et maintenant Radarsat International, Antrix pour IRS). Ces sociétés présentent la particularité de commercialiser essentiellement les données d'un satellite principal (avec dans certains cas des interventions très en amont dans le pilotage du satellite comme c'est le cas pour SPOT IMAGE) et de passer ensuite des accords de distribution pour d'autres types de données (EOSAT avec IRS, Radarsat avec SPOT, SPOT IMAGE avec ERS et Radarsat...).

L'arrivée d'investisseurs privés va bouleverser ce schéma et on observe déjà des opérations d'acquisition de structures existantes pour élargir l'offre proposée : ainsi, Space Imaging, la société qui prévoit de lancer en 1998 le premier satellite civil à très haute résolution (IKONOS 1), s'est portée acquéreuse à la fin 1996 de la société EOSAT qui avait elle même passé un accord de distribution mondial pour les données IRS suite à la perte de Landsat 6 en 1995.

Les Japonais devraient également jouer un rôle de plus en plus important dans les prochaines années avec les programmes JERS, EOS, ADEOS, HIROS.

Le traitement des données

L'objectif du traitement des données est de produire de l'information en fonction des objectifs finaux.

Il existe plusieurs méthodes d'interprétation des images que l'on peut regrouper en 3 grandes approches:

- la photo-interprétation manuelle de produits analogiques (film ou tirage papier);
- le traitement numérique;
- la Photo-Interprétation Assistée par Ordinateur (PIAO).

On assiste maintenant à l'apparition d'approches tarifaires très spécifiques qui traduisent une certaine maturité du marché. Ainsi, SPOT IMAGE propose un tarif multi-utilisateurs qui est destiné aux SIG partagés où plusieurs partenaires utilisent des bases de données communes. Ainsi, dans le cas de 2 utilisateurs, la remise par utilisateur par rapport au prix standard est de 35%. Elle passe à 50% pour 3 utilisateurs, 60% pour 4, 66% pour 5.

Les délais

A l'heure actuelle, les délais de livraison des images satellites (SPOT, Landsat) varient de 1 à 2 semaines en moyenne à partir de la date de prise de vue. Ainsi, SPOT IMAGE s'engage à garantir une mise à disposition "départ usine" des produits à livrer dans un délai de 10 jours ouvrés maximum. Pour l'ensemble des scènes archivées dans les stations de Toulouse et de Kiruna, il est proposé un service payant, dit service "rush", de mise à disposition du produit sous 24 h.

Les sociétés distributrices s'efforcent maintenant de réduire ces périodes et ceci d'autant plus que l'on démarre une époque de concurrence où l'attente des données sera un critère non négligeable dans le choix du satellite.

Avec le développement d'Internet et l'amélioration de ses performances, on va assister dans les prochaines années à la mise en place de véritables services télématiques de paiement et de livraison des produits.

La pérennité des programmes satellitaux

La durée de vie des satellites varie en fonction de leur altitude. Ainsi, les satellites en orbite très basse ont une durée de vie très limitée (COSMOS à 200 km : 2 à 3 semaines).

Les satellites civils d'observation de la Terre sont à des altitudes comprises entre 700 et 900 km et l'expérience montre que leur espérance de vie pratique oscille entre 2 et 10 ans. Ainsi, les satellites SPOT 1, 2 et 3, qui évoluent à 830 km, ont une espérance de vie nominale de 3 ans.

Mais dans la pratique, SPOT 1 lancé en 1986 est encore capable de fonctionner et il vient d'être réactivé suite à la perte de SPOT 3 en Novembre 1996 (celui-ci a fonctionné durant 3 ans). SPOT 2 lancé en 1990

Capteur	Produit	Résolut	Support	Prix FF HT	Surface	Prix / km2
Landsat MSS	Scène entière	80 m		1 600 FF	170 x 180 km	0,05
Landsat TM	Scène entière corrigée 7 canaux	30 m 120 IRT	CD - CCT	23 100 FF	170 x 180 km	0,75
	Scène entière (1986 - 1989)	30 m		9 250 FF	170 x 180 km	0,3
	¼ de scène	30 m	CD - CCT	11 900 FF	94 x 98 km	1,3
	Mini-scène		CD - CCT	9 300 FF	50 x 50 km	3,7
SPOT	Scène XS - 1A/1B	20 m	CD - CCT	13 500 FF	60 x 60 km	3,7
	Scène P ou XI (SPOT 4) 1A/1B	10 m 20 m	CD - CCT	17 000 FF	60 x 60 km	4,7
	Scène SPOT Album XS ou P (1986-1993)	20 m	CD - CCT	8 000 FF	60 x 60 km	2,2
	Scène XS - 2B au format Geospot	P 10 m XS20 m	CD	18 000 FF carte du client	60 x 60 km	5,0
	Scène XI ou P - Ortho format Geospot	P 10 m XS20 m	CD	25 000 FF carte et MNT du client	60 x 60 km	6,9
3 D	Couple stereo XS	20 m	CD	20 500 FF	40 x 40 km	12,8
3 D	MNT P (20 m) ou XS ou XI (40 m)	20 m ou 40 m	CD - CCT	55 000 FF	40 x 40 km	34,4
Spatiocarte	SPOTView P ou XI 100 K Basic Précision	P 10 m XI20 m	CD	34 000 FF	30' x 30' max 3 200 km2	10,6
	SPOTView XS 100	20 m	CD	27 000 FF	30' x 30'	8,4
	K Basic Précision				max 3 200 km2	
Spatiocarte	SPOTView P ou XS 50 K Plus Précision	P 10 m XS20 m	CD	17 000 FF	15' x 15' max 800 km2	21,3
Spatiocarte	SPOTView P ou XS 50 K Plus Précision	P 10 m XS20 m	Film	22 000 FF	15' x 15' max 800 km2	27,5
Spatiocarte	SPOTView P ou XS 25 K Plus Précision	P 10 m XS20 m	CD	11 000 FF	7,5' x 7,5' max 200 km2	55
Prog	Programmation Bleue			7 000 FF	60 x 60 km	1,9
Prog	Programmation Rouge "succès"	Désertiqu Aride Tempérée		20 000 FF 24 000 FF 30 000 FF	60 x 60 km	5,5 6,6 8,3
IRS 1C	Scène entière Pan 1A	5,8 m	CD	18 350 FF	70 x 70 km	3,7
	Scène entière Pan 1B	5,8 m	CD	19 850 FF	70 x 70 km	
	Mini scène Pan	5,8 m	CD	5 650 FF	23 x 23 km	10,7
	Scène entière LISS 2A	23 m		21 700 FF	141 x 141 km	1,1
	Mini scène LISS 2A	23 m		12 350 FF	70 x 70 km	2,5
	Scène entière WiFS	188 m		5 650 FF	806 x 806 km	0,001
JERS	SAR 1 bande	18 m	CD	6 300 FF	75 x 75 km	1,1
	OPS/VNIR 3 bandes		CD	6 300 FF	75 x 75 km	1,1
	OPS/SWIR 4 bandes		CD	6 300 FF	75 x 75 km	1,1
RESOURS F1 - KFA 1000	Scène entière 1 bande en archive	5m		16 800 FF	80 x 80 km	2,6
KVR 1000	Scène entière 1 bande en archive	2/3 m		22 400 FF	21 x 21 km	50,8
Radarsat	Fine beam	10 m		23 500 FF	50 x 50 km	9,35
	Standard beam	30 m		18 000 FF	100 x 100 km	1,8
	Wide beam	30 m		20 600 FF	150 x 150 km	0.9

***Tableau 1.3** : prix indicatifs des produits numériques standards pour les principaux satellites d'observation de la Terre*
Source : Landsat TM et MSS : Liste de prix Eurimage de Septembre 1993 (base : 1 Ecu=7 FF)
SPOT : Liste de prix internationale SPOT IMAGE du 1er avril 1998.
Radarsat : Liste de prix internationale Radarsat International d'Août 1995 (base : 1 US$ = 5.5FF)

Il est cependant peu probable que les sociétés de services se mettent à proposer en standard des produits thématiques génériques comme les cartes d'occupation du sol sans viser un marché applicatif particulier car le cahier des charges technique (nomenclature, période d'observation, précision thématique et géométrique...) va varier énormément selon les besoins. Un produit correspondant au plus petit dénominateur commun entre les différentes besoins risquerait d'être trop général et de ne plus satisfaire personne.

Dans le domaine du radar, l'offre reste encore complexe du fait de l'arrivée très récente de cette technologie dans le domaine commercial. Ainsi, Radarsat International propose une gamme de produits très large du fait des nombreuses configurations possibles de prise de vue (8 configurations standards, chacune conditionnant la taille des images et la résolution et pour chaque configuration standard, un angle d'incidence pouvant varier de 20° à 60°).

De très gros efforts de sensibilisation restent à mener pour rendre accessible ce type de données à des usagers autres que les centres de recherche et les sociétés de service à la pointe de la technologie.

Les services

Ils concernent principalement la consultation des archives, la commande de produits et dans le cas de SPOT, d'IRS et de Radarsat, la programmation des satellites pour l'acquisition de données spécifiques.

La consultation des archives peut se faire soit directement auprès des distributeurs, soit par télématique. L'utilisateur peut procéder à des consultations multicritères. Il peut par exemple obtenir la liste des images acquises sur Paris entre mai 1987 et septembre 1988 avec moins de 10% d'ennuagement.

Les services développés autour du catalogue sont essentiels car ils conditionnent le niveau de valorisation des images déjà acquises auprès de la communauté des utilisateurs. Dans le cas du système SPOT, l'utilisateur peut avoir accès au catalogue de plusieurs manières :

- en s'adressant directement au service clientèle responsable de sa zone géographique ;
- en demandant des extraits du catalogue sur disquette ou sur CD-Rom ;
- par des services télématiques (terminaux DALI), maintenant directement sur Internet.

Des outils spécifiques ont été développés pour faciliter la consultation du catalogue. Ainsi, l'outil DIVA est une application, développée sous le SIG MapInfo, qui permet de sélectionner des scènes d'après des requêtes multicritères (zone, période, taux d'ennuagement, mode spectral ...), de les localiser cartographiquement sur un fonds de référence et d'afficher les principales caractéristiques de ces scènes.

Il faut préciser que l'ensemble des données (SPOT, Landsat, Radarsat, IRS ...) et des produits dérivés sont soumis à un droit de copyright.

Contrairement à Landsat qui acquiert systématiquement les images, l'originalité de SPOT, d'IRS et de Radarsat est de pouvoir observer des zones spécifiques sur demande d'utilisateurs pour acquérir des scènes dans des conditions spécifiques (période, angle de prise de vue).

Le client passe alors une commande de programmation en spécifiant les conditions de prise de vue. Dans le cas de SPOT, il choisit également le niveau de priorité (service bleu, c'est à dire le service initial, le service rouge à caractère prioritaire mais beaucoup plus onéreux). Il existe aussi un service stéréo pour l'acquisition de couples stéréoscopiques. Si le plan de charge du satellite le permet, un accord contractuel est alors passé entre SPOT IMAGE et le client.

Les coûts

Le tableau ci-joint donne à titre de comparaison les prix actuellement en vigueur pour les images standards sur supports numériques des principaux satellites d'observation de la Terre. Nous avons donné les prix globaux mais également au km^2.

L'objectif ici est uniquement de donner des ordres de grandeur sachant qu'il existe ensuite des tarifs spécifiques pour différents cas de figure.

Ainsi, dans le cas des produits SPOT, l'accroissement de la communauté des utilisateurs de SIG a débouché sur la conception d'une nouvelle gamme de produits appelés spatiocartes (produits SPOTView© de la gamme GEOSPOT), dédiés à ce type de public qui est déjà sensibilisé à l'information géographique sans toutefois être spécialiste en télédétection. Une spatiocarte est un produit constitué d'un fond d'image satellitale amélioré ou pas en terme de contraste, projeté et découpé selon un système cartographique donné (UTM, Lambert, ...), muni d'amorces et de croisillons géographiques et cartographiques, disponible sur support numérique et/ou analogique. Les produits numériques sont stockées sur CD-Rom dans un format spécifique (GIS-Geospot) qui a été développé en partenariat avec les principaux constructeurs de SIG afin de charger automatiquement dans le SIG la spatiocarte déjà géocodée (principe du "load & go"). Ces nouveaux produits à valeur ajoutée évitent les prétraitements géométriques et radiométriques fastidieux qu'il faut réaliser sur les images brutes à l'aide de logiciels de traitement d'image.

En matière de niche de marché, SPOT IMAGE a développé un partenariat avec la société ISTAR pour proposer un package "métier" de produits destiné aux applications télécoms. Ce package couvre une zone de 50 km de côté et est composé d'un MNT (Modèle Numérique de Terrain) dérivé d'un couple stéréoscopique d'images panchromatiques, d'une carte d'occupation du sol avec une nomenclature constituée de 8 à 10 postes, d'une carte des principaux réseaux (routier, hydrographique, ferroviaire) et d'une spatiocarte. Les utilisateurs visées sont les sociétés qui mettent en place les réseaux de téléphonie cellulaire.

On assiste aussi maintenant à la mise sur le marché de produits dits "sur étagère", c'est à dire déjà fabriqués, au même titre que les cartes topographiques que l'on peut acheter dans des magasins spécialisés. C'est le cas des produits *MétroView* sur les principales villes américaines, des produits *SPOTView BD Carto* en France, des produits *Best of...* (i.e. Best of Russia) proposés par Eurimage. Cette approche diverge des circuits de la télédétection traditionnelle où chaque produit est fabriqué sur mesure à la demande expresse d'un client. Elle présente l'inconvénient de figer définitivement les spécifications techniques du produit mais l'avantage est de pouvoir en disposer plus rapidement et sans avoir à faire de choix techniques parfois déroutants pour les non-initiés.

- Production des produits numériques

Les images seront alors prétraitées puis enregistrées sur des supports numériques exploitables par l'utilisateur. La bande magnétique (CCT) a progressivement laissé la place au CD-Rom qui est devenu maintenant le support privilégié de stockage. Le produit numérique constitue le produit de base à partir duquel sont éventuellement fabriqués les produits analogiques (films photographiques de précision et tirages photographiques, tirages à partir d'imprimantes couleur à hautes performances, de type IRIS par exemple).

La commercialisation des données

Des structures commerciales ont été créées pour assurer l'exploitation des images satellites (EOSAT pour Landsat, SPOT IMAGE pour SPOT, Radarsat International pour les données Radarsat, Antrix pour les données IRS...).

Afin de faciliter l'accès aux données, des filiales ou des distributeurs sont présents dans le monde entier.

Les différents produits

L'objectif n'est pas de donner une liste exhaustive de produits car elle augmente et évolue chaque jour, mais plutôt de dégager des tendances générales.

L'offre a considérablement évolué ces dernières années. Si les produits dits standards dans le domaine de la télédétection passive (scènes prétraitées livrées sur supports numériques et/ou analogiques) ont été maintenus pour un public que l'on pourra qualifier d'averti (sociétés de services, centres de recherche, grands centres nationaux, grosses structures rodées à l'usage de la télédétection comme par exemple, les compagnies pétrolières ou minières), de nouveaux produits sont apparus pour répondre aux exigences d'une communauté d'utilisateurs plus large et moins experte dans l'usage de ces données.

Les spécifications techniques de ces nouveaux produits ont été dictées soit par un souci de simplification d'accès à la donnée, soit pour répondre à des besoins spécifiques sur des niches de marché.

Mission	IRS-1C Inde	ADEOS 1 Japon [1]	IKONOS 1 USA	Orbview 1 USA	Earth Watch USA	SPOT 5 France	ALOS I Japon
Date dispo	Déc.1996	Août1996	1999	1999	1999	2002	2002
Panchro	5.8 m	8 m	1 m	2 m	3 m	2,5 m	2.5/5 m
Bleu	16 m					10 m	
V+R+PIR	23.6 m	16 m	4 m	4 m	15 m	10 m	10 m
MIR	70.8 m					20 m	
Fauchée km	71 km	80 km	15 km	15 km	6 km	60 km	50 km
Mosaïque	141 km	80 km	60 km	120 km	32 km	180 km	100 - 150 km
Vis. latérale	-26° à +26°	-40° à +40°	-45° à +45°	-45° à +45°	-30° à +30°	-27° à +27°	-30° à +30°
Stéréo av-ar	0	0	-30° à +30°	-30° à +30°	-30° à +30°	-20, 0, +20°	-20, 0, +20°

Tableau 1.2.: *Principales caractéristiques des satellites civils à haute et très haute résolution (missions déjà approuvées ou considérées comme fermes) - Source : dossier technique de la lettre SIG et télédétection N°16 - février 1996 - Modifications LCT en fonction d'informations plus récentes.*

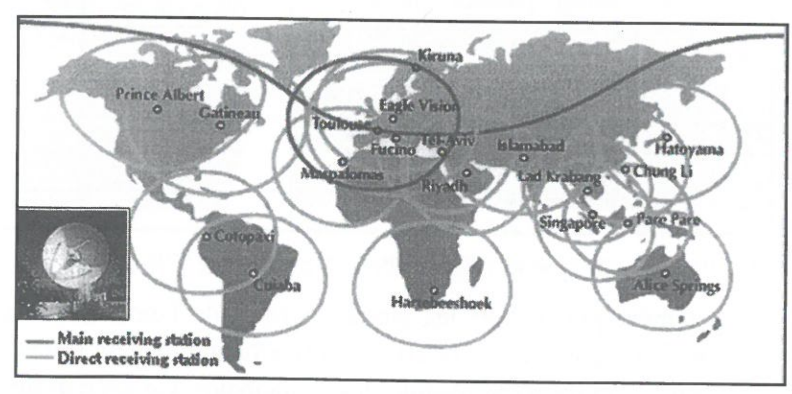
La mise en forme des données

Une fois acquises par le satellite SPOT, les données sont alors exploitées de la manière suivante :

Les opérations de réception, d'inventaire et d'archivage puis de développement d'épreuves minutes sont effectuées systématiquement, les autres n'étant réalisées que sur demande des utilisateurs.

- Réception des données

Les données sont émises vers des stations de réception réparties judicieusement dans le monde (cf. carte ci-après). Les données sont alors stockées sur cassettes numériques pour constituer l'archive du système.



Carte 1.1.: *Localisation des stations de réception pour les satellites SPOT*

- Archivage des données

L'étape suivante consiste alors à relire ces données brutes, à localiser les images, à découper automatiquement en scènes de 60 km de long le ruban de 60 à 81 km de large balayé par chaque instrument HRV puis à répertorier et repérer les scènes individuelles.

Le catalogue est ensuite remis à jour automatiquement. Chaque scène archivée est décrite par sa localisation géographique, les conditions de prise de vue (angle de prise de vue, couverture nuageuse,...), ses coordonnées dans le système de repérage (référence en ligne et en colonne dans la grille SPOT).

- Développement d'épreuves minutes ("Quick-look")

Toutes les scènes archivées sont ensuite restituées avec une résolution dégradée (1 pixel sur 3 dans un seul canal) pour produire un quick-look que le client peut consulter avant de choisir son image. Pour les images les plus récentes, les quick-looks peuvent être consultés directement par télématique et sous Internet.

- Prétraitement des données brutes

Sur demande de scènes particulières émanant des utilisateurs, les images archivées subissent des prétraitements (corrections géométriques et radiométriques). Il existe différents niveaux de corrections géométriques. Ainsi, dans le cas des données SPOT, les niveaux suivants sont proposés :

- niveau 1A : corrections radiométriques de base
- niveau 1B : corrections radiométriques et géométriques de base
- niveau 2A : corrections radiométriques de base et corrections géométriques dans une représentation cartographique sans points d'appui
- niveau 2B : corrections radiométriques de base et corrections géométriques dans une représentation cartographique avec points d'appui (à partir de cartes, de points GPS...)
- niveau ortho : corrections radiométriques de base et corrections géométriques dans une représentation cartographique avec points d'appui (à partir de cartes, de points GPS...) et correction des erreurs de parallaxe liées aux écarts d'altitude sur la zone dans le cas de prises de vue oblique (à l'aide d'un Modèle Numérique de Terrain).

Les caractéristiques des principaux satellites

Le tableau suivant résume les principales caractéristiques des satellites d'observation de la Terre les plus utilisés à l'heure actuelle.

Satellite	Instruments	Bandes spectrales (λ en µm)	Résolution / Fauchée	Types de visées	Enregis-treur de bord	Orbite / Altitude/ répétiti.vité	Lancement / durée de vie
Landsat 4-5 (USA)	Thematic Mapper (TM)	1: 0.45-0.52 (bleu) 2: 0.52-0.60 (vert) 3: 0.63-0.89 (rouge) 4: 0.76-0.90 (PIR) 5: 1.55-1.75 (MIR) 6: 10.4-12.5 (IRT) 7: 2.08-2.35 (MIR)	30m /185km 30m/185km 30m/185km 30m/185km 30m/185km 120m/185km 30m/185km	mono scanner « cross-track »	aucun	Polaire Héliosynchrone 705 km / 16 jours	Landsat 4: 1982 / 1994 Landsat 5: 1984 / durée de vie largement dépassée
	Multispectral scanner (MSS)	1: 0.5-0.6 2: 0.6-0.7 3: 0.7-0.8 4: 0.8-1.1	80m /185km	mono scanner « cross-track »			Landsat 1 : 1972 (Landsat 1 à 3 avec uniquement capteur MSS)
SPOT 1, 2, 3	HRV x 2	Pan : 0.51-0.73 mode XS : V : 0.50-0.59 R : 0.61-0.68 PIR : 0.79-0.89	10 m 20 m 60 km x 2	vertical ou latéral (± 27°)	oui	Polaire Héliosynch 822 km 26 jours si vertical 2 à 3 jours si prog.	SPOT 1 : 1986 SPOT 2 : 1990 SPOT 3 : 1993 3 ans (SPOT 1 et SPOT 2 encore opérationnels en 96)
Landsat 7 (USA)	Thematic Mapper (TM)	Bandes 1 2 3 4 5 7 idem Landsat 4 – 5 6 : 10.4-12.5 (IRT) Pan : 0.52-0.90	30 m 60 m 15 m	mono scanner « cross-track »	Oui	Polaire Héliosynchrone 705 km / 16 jours	Prévu mi-1998
SPOT 4	HRV-IR	V : 0.50-0.59 R : 0.61-0.68 PIR : 0.79-0.89 MIR : 1.58-1.75	20 m 10 m et 20 m 20 m 20 m	vertical ou latéral (± 27°)	oui	idem SPOT 1,2, 3	Prévu début 1998 5 ans
	Végétation	B0 : 0.43-0.47 B2 : 0.61-0.68 B3 : 0.79-0.89 MIR : 1.58-1.75	1 km	-	-	1 jour	
IRS 1A & 1B	LISS-1 LISS-IIA & IIB	1: 0.45-0.52 (bleu) 2: 0.52-0.59 (vert) 3: 0.62-0.68 (rouge) 4: 0.77-0.86 (PIR)	72.5m/148km 36.25m/74km (146km composite)	mono	aucun	Polaire Héliosynchrone 904 km / 22 jours	1A en 1988 3 ans 1B en 1991 3 ans
IRS 1C & 1D	PAN LISS-III	1: 0.5-0.9 (Pancro) 2: 0.52-0.59 (vert) 3: 0.62-0.68 (rouge) 4: 0.77-0.86 (PIR) 5: 1.55-1.75 (MIR) 6: 0.62-0.68 (vert) 7: 0.77-0.86 (PIR)	6 m / 70 km 23.5m/142km 23.5m/142km 23.5m/142km 23.5m/142km 70m/300km 188m/770km	stereo de part et d'autre de la trace ± 26° par basculement de l'instrument: 9 min pour 26°	Bandes magnétiques	Polaire Héliosynchrone 817 km / 24 jours	1C Déc.1995 3 ans 1D 29/09/1997 3 ans (durée réduite car pb au lancement)
JERS-1 (Japon)	VNIR (NEC)	1: 0.52-0.60 2: 0.63-0.69 3: 0.76-0.86 4: 0.76-0.86	18 m x 24 m / 75 km	Bande 4 à 15° à l'avant de la trace => superposition stéréo avec bande 3 (vue au nadir)	Bandes magnét. (Odetics) : 20 mn	Polaire Héliosynchrone 570 km / 44 jours	1992 / 2 ans
	SWIR (MELCO)	5: 1.60-1.71 6: 2.01-2.12 7: 2.13-13.25 8: 2.27-2.40	18 m x 24 m / 75 km				
	SAR	Bande L(1275 MHZ) Polarisation HH	18 m x 18 m / 75 km	Angle = 35°			

***Tableau 1.1** : Principales caractéristiques des satellites d'observation de la Terre*

Il est également prévu dans les années à venir de lancer des satellites civils à haute résolution (entre 5 et 10 m) ou très haute résolution (entre 1 et 5 m). Le tableau ci-dessous résume les principales caractéristiques des missions prévues.

Une image numérique est donc un tableau à deux dimensions (cf. figure suivante). Ainsi, par exemple, une image SPOT de dimension 60 km x 60 km avec une taille de pixel de 20m x 20m correspond à un tableau de 3 000 lignes x 3 000 colonnes. Cette représentation des données est plus connu sous le terme de format raster.

SPOT étant muni de trois canaux, une image multispectrale SPOT comprend donc trois tableaux. Une image SPOT en mode multispectral est constituée de 3 000 pixels x 3 000 pixels x 3 canaux soit un volume total de 29 Mo (Méga Octets). En pratique, le volume du fichier contenant ces données brutes est plus grand du fait de l'obliquité des images satellites.

Une image de 20 x 20 km d'un satellite à très haute résolution (1 m) serait quant à elle constituée de 20 000 pixels x 20 000 pixels soit un volume total de 400 Mo.

On peut donc constater à travers ces exemples que les images satellites représentent des volumes considérables de données, ce phénomène se renforçant considérablement avec l'arrivée imminente de satellites civils à très haute résolution spatiale.

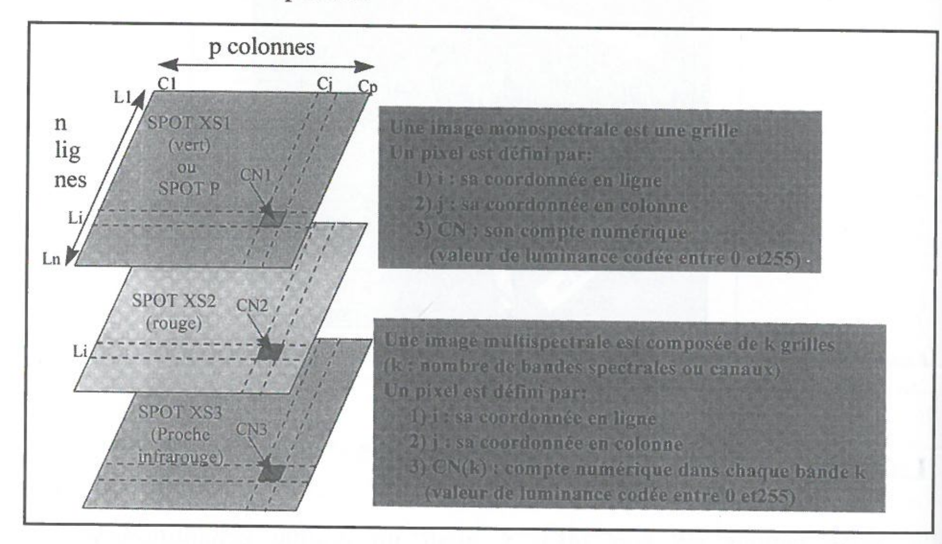


***Figure 1.11:** Structure d'une image satellitale (cas d'une image SPOT XS multispectrale)*

obtenue en découpant celle-ci en tranches de largeurs égales. Cette largeur est imposée dans le cas de Landsat par le temps qui s'écoule entre 2 mesures consécutives du radiomètre au cours du balayage d'une ligne.

Le pixel est la plus petite surface homogène d'une image enregistrée. La luminance associée à chaque pixel est donc la valeur moyenne des luminances des points du sol contenus dans la surface du pixel visé.

* Cas du radiomètre à barrette de détecteur (satellites SPOT et IRS 1C)

Ce capteur présente la particularité de ne pas comporter de système de balayage.

Dans le cas de SPOT, le radiomètre appelé HRV est constitué d'un ensemble de 6.000 photodiodes placées sur des barrettes qui analysent simultanément les éléments de paysage de la bande observée à un instant donné (voir figure suivante).

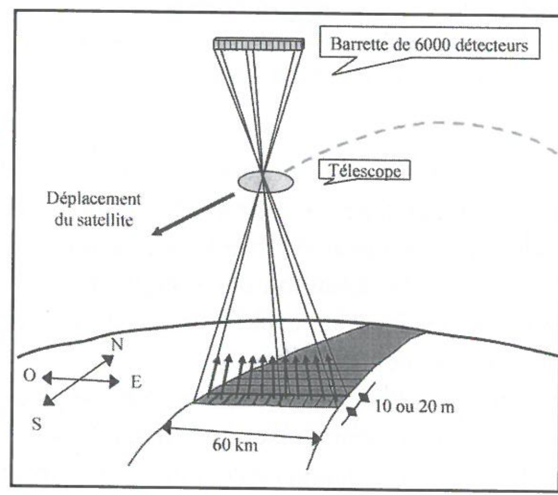


Figure 1.9.: Acquisition des données par un radiomètre multispectral à brarettes de détecteurs (cas de SPOT)

2 modes d'observation sont possibles :

Dans le mode panchromatique (ou P), la réponse de l'ensemble de ces photodiodes est relevée toutes les 1,5 ms (dans ce mode, on mesure la luminance totale pour l'ensemble des longueurs d'onde allant de 510 à 730 NM). Pendant ce temps, le sous-point du satellite avance approximativement de 10 m. La largeur de la bande au sol observée étant de 60 km, chacune des 6.000 photodiodes analyse donc une surface au sol de 10 m x 10 m (il s'agit de la résolution au sol).

Dans le mode multispectral (ou XS),), la réponse de l'ensemble de ces photodiodes est relevée toutes les 1,5 ms (dans ce mode, on mesure séparément la luminance pour chacune des 3 bandes spectrales vert, rouge et proche infrarouge). Ici, les détecteurs sont groupés 2 par 2 et la largeur analysée est égale alors à 20 m. Comme le sous-point du satellite avance d'environ 20 m en 3 ms, la résolution au sol est de 20 m x 20 m.

Le mode P privilégie la finesse géométrique de l'image alors que le mode multispectral permet de cerner au mieux la réponse de la chlorophylle et, par conséquent, la couverture végétale du sol.

SPOT comporte en réalité 2 radiomètres identiques (HRV1 et HRV2) balayant chacun une bande au sol de 60 km de large et pouvant être pointés chacun à + ou - 27° par rapport à la verticale. Le champ d'observation a donc une largeur maximale de 120 km et, gr,ce à l'orientation de ± 27° par rapport à la verticale, ce champ peut se trouver à l'intérieur d'une bande de 900 km centrée sur la trace du satellite comme l'indique la figure ci-dessous.

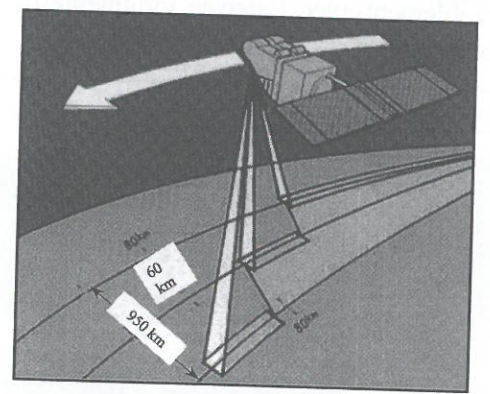


Figure 1.10.: Capacité de visée oblique du système SPOT par dépointage du miroir le long de la trace

La structure d'une image satellitale

Nous venons de voir qu'il y avait un double échantillonnage de l'information :

- spatial : la zone observée est découpée en surfaces élémentaires (pixels) caractéristiques de la résolution spatiale du satellite,
- numérique : le signal analogique enregistré par les détecteurs est codé à l'aide d'entiers compris entre 0 et 255.

Les capteurs

Nous avons rappelé précédemment les principes physiques sur lesquels repose la télédétection.

Les principaux capteurs sont :

- l'appareil photographique (ou la caméra) qui nécessite un retour au sol du film exposé. Il est surtout utilisé pour la photographie aérienne, les satellites habités et les satellites militaires,
- le radiomètre multispectral (Landsat, SPOT, IRS, NOAA...),
- le radar utilisé en télédétection active (ERS1, RADARSAT).

L'acquisition des données est pratiquement instantanée avec l'appareil photographique alors qu'elle est séquentielle avec les radiomètres et le radar, ceci signifiant que les données correspondant aux différents points de la région survolée sont enregistrées les unes après les autres.

Les performances des capteurs se mesurent d'après plusieurs caractéristiques :

- *La résolution spatiale,* c'est à dire la dimension et les qualités d'observation du point élémentaire (pixel). La taille du pixel définit donc l'aptitude du capteur à distinguer deux objets sur le plan spatial. Elle est fonction de la fréquence d'échantillonnage du signal de sortie.
- *La résolution spectrale* qui correspond à la capacité du capteur à distinguer des signaux de longueurs d'onde différentes. Elle dépend du dispositif de filtrage optique qui sépare les rayonnements incidents en bandes spectrales plus ou moins larges.
- *La résolution radiométrique* qui exprime l'aptitude du capteur, dans une bande spectrale considérée, à distinguer des signaux électromagnétiques d'énergies différentes. Sa limite est la plus petite variation d'énergie décelable.

Les étapes d'acquisition des données :

Le principe d'acquisition des données varie selon les caractéristiques des capteurs qui équipent les principaux satellites d'observation de la Terre :

* Le radiomètre multispectral à balayage (satellite Landsat)

Le radiomètre multispectral à balayage permet de déplacer le champ de vision instantanée sur une bande de la surface terrestre perpendiculairement

au sens d'avancement du satellite. Ce balayage est obtenu gr,ce à un miroir oscillant. Le passage d'une ligne de balayage à la suivante est obtenu par la progression du satellite sur son orbite (cf. figure suivante).

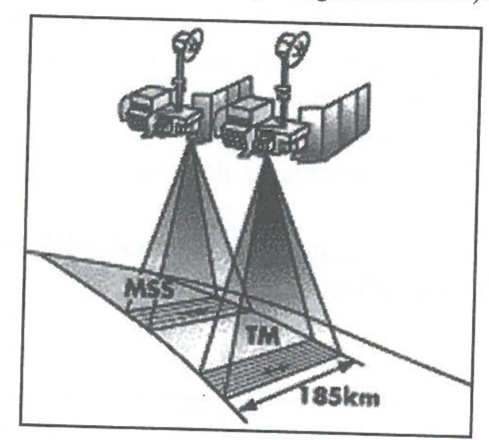


Figure 1.8. : *Acquisition des données par un radiomètre multispectral à balayage (cas de Landsat MSS et Landsat TM)*

Le rayonnement capté est ensuite concentré par un dispositif optique puis filtré pour ne retenir que des fenêtres de longueurs d'ondes caractéristiques du capteur (encore appelées canal ou bande spectrale). Les canaux sont sélectionnés au moment de la définition des spécifications du satellite tout d'abord à l'intérieur des fenêtres atmosphériques et ensuite en fonction des domaines d'application du satellite.

Des capteurs de rayonnement (cristaux de semi-conducteur ou photomultiplicateurs) convertissent alors proportionnellement la variation de l'énergie rayonnante reçue en variation de courant ou de tension électrique.

On aborde ensuite l'étape de numérisation des données.

La luminance d'un paysage varie de manière continue en fonction de l'endroit observé sur la bande de sol analysée. Sur la figure suivante, la courbe en trait continu représente la variation de luminance en fonction de l'élément de surface terrestre visé.

La numérisation consiste à substituer à cette courbe une suite de nombres compris souvent entre 0 et 255. Il y a donc 28 soit 256 niveaux et, en simplifiant beaucoup, le niveau 0 correspond à la luminance nulle (l'intégralité du rayonnement est absorbée). Chacun de ces nombres représente la valeur moyenne de la luminance sur une portion de courbe

Les vecteurs

On ne détaillera pas ici les différents composantes des plate-formes. La figure ci-dessous présente les principales caractéristiques de la géométrie des prises de vue par avion et par satellite.

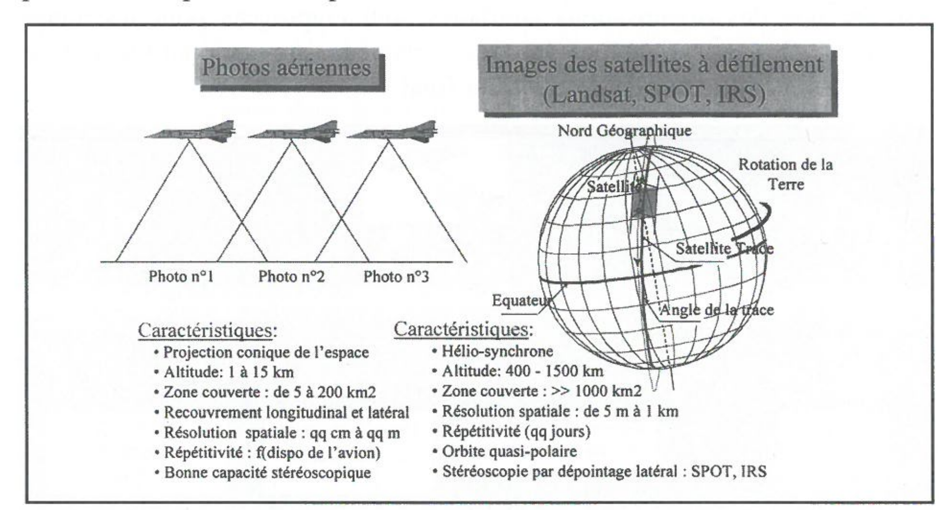


Figure 1.6. *: Principales caractéristiques de la géométrie de prise de vue par avion et par satellite*

Au niveau des satellites, on se limitera à l'analyse de leurs caractéristiques orbitales qui déterminent les possibilités et les limites de leur utilisation.

Les satellites d'observation de la Terre se caractérisent par leur **défilement** au dessus du globe (par opposition avec les satellites géostationnaires qui apparaissent comme immobiles au dessus d'un point de la Terre).

Ils se déplacent à une vitesse d'environ 7 km/s (soit environ 25 000 km/h) par rapport à la surface terrestre qui défile au dessous d'eux. La durée d'une révolution autour de la Terre (encore appelée période) est d'environ 1 h 40.

Pour permettre des observations homogènes et suffisamment précises, ces satellites ont des **orbites quasiment circulaires** (la distance à la Terre est donc constante) et d'altitude comprises entre 500 et 1 000 km.

Les **orbites** sont **pratiquement polaires** afin d'avoir une observation quasi exhaustive de la Terre grâce aux défilements combinés du satellite et de la Terre. Un satellite à orbite équatoriale ne pourrait observer que cette partie de la Terre.

Les **orbites** sont **héliosynchrones** ou encore à ensoleillement constant. Lors des passages d'un satellite au dessus d'un lieu donné, l'éclairement est presque toujours semblable, la hauteur du soleil ne variant qu'en fonction de la saison et non de l'heure. L'interprétation et la comparaison des données s'en trouvent donc facilitées.

Enfin, elles sont **phasées** par rapport à la Terre: au bout d'un certain temps, le satellite et la Terre ont respectivement accompli un nombre entier de révolutions sur leur orbite et ils retrouvent alors leurs positions respectives de départ. Ce cycle d'observation, dont la durée définit la **répétitivité du satellite,** permet d'obtenir des données répétitives et homogènes au dessus d'un même point. Ainsi, le satellite SPOT situé à 830 km au dessus de l'Equateur effectue 14 + 5/26 révolutions par jour. La répétitivité de SPOT est donc de 26 jours pendant lesquels il aura effectué 369 révolutions.

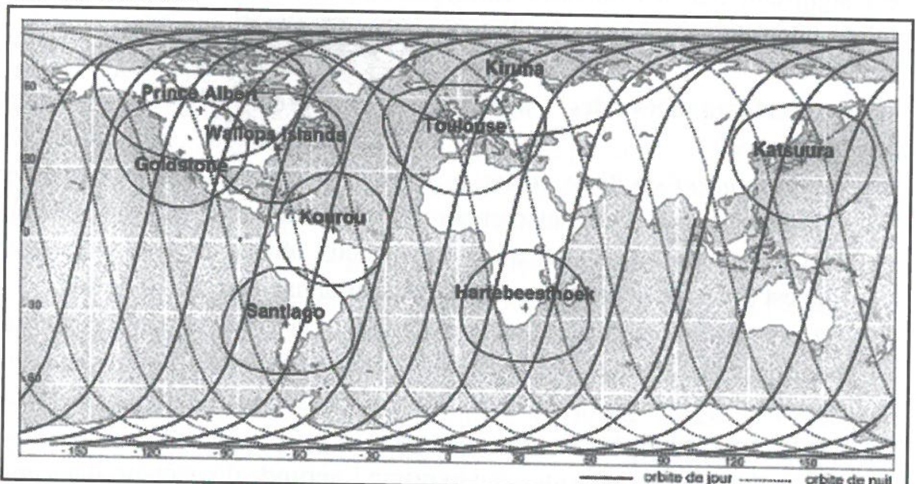


Figure 1.7.: *Traces au sol du satellite SPOT sur 24 heures (orbites de jour et de nuit)*

Si l'on veut avoir une couverture complète du globe, il faut que le champ d'observation de part et d'autre de la trace au sol soit supérieure à la distance entre deux traces adjacentes.

Puisque dans son cycle de 26 jours, SPOT effectue 369 révolutions, il faut qu'il observe une bande au moins aussi large que le rapport (circonférence de la Terre à l'Equateur / 370) soit 108 km. Dans la réalité, la largeur de la bande observée par SPOT est de 117 km (ou plutôt, 2 x 60 km avec un recouvrement de 3 km entre les deux).

De l'acquisition à la production et à la commercialisation des données

Pour traiter cette partie, on s'appuiera principalement sur le satellite SPOT dont la figure ci-contre représente l'organisation générale du système, sachant que des organisations similaires sont employées pour les autres satellites. On ne parlera pas ici des parties mission et contrôle qui ne concernent pas directement l'utilisateur final.

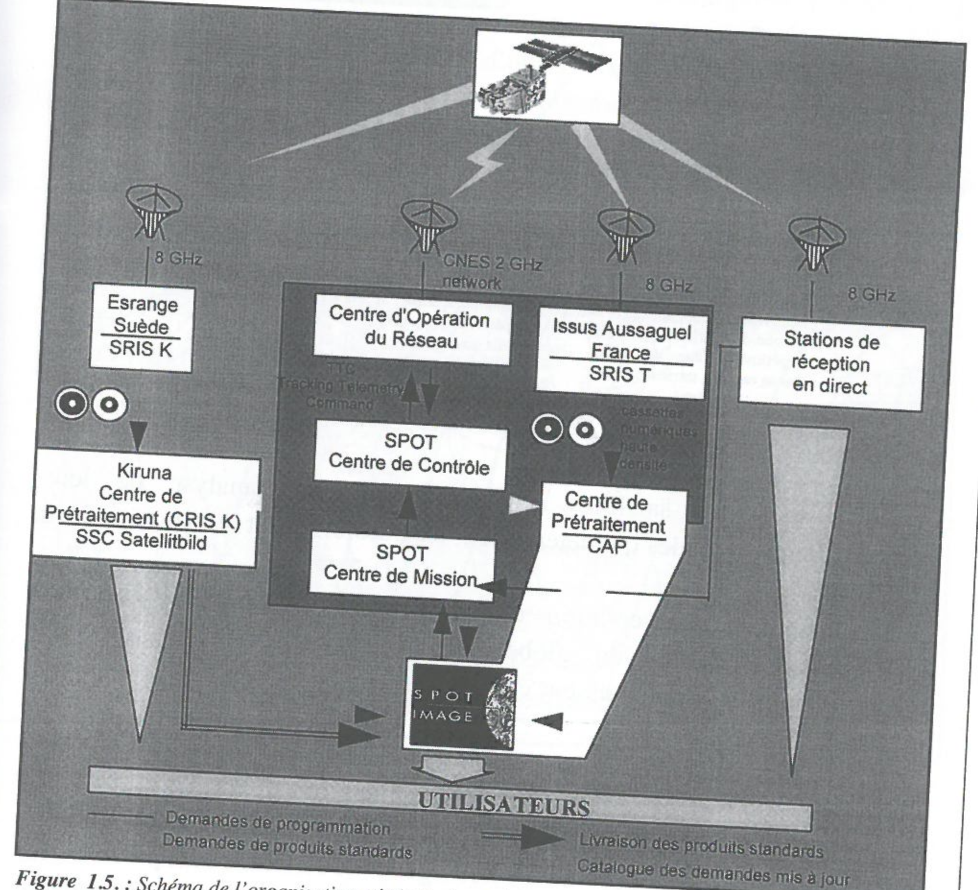


Figure 1.5. : Schéma de l'organisation générale du système SPOT

Caractéristiques des satellites d'observation de la Terre

On distingue au niveau du satellite le vecteur (le satellite en temps que plate-forme au même titre que l'avion ou le ballon) et le capteur (l'instrument d'acquisition des données).

capteurs qui disposent de bandes d'observation dans le moyen infra-rouge (cas de Landsat TM, du futur satellite SPOT 4) pour compenser la dégradation du signal utile dans les canaux du visible.

L'environnement immédiat des pixels observés peut également affecter leur réponse spectrale, surtout dans le cas de contrastes très élevés. Ainsi, des pixels de maïs à proximité immédiate d'un plan d'eau n'auront pas la même réponse dans le visible et le proche infrarouge que ces mêmes pixels à côté d'un sol sec très réfléchissant.

Comme dans le cas de l'atmosphère, les effets perturbateurs sont très forts dans le visible, plus faible dans le proche infrarouge et négligeable dans le moyen infrarouge.

Les effets de l'environnement sont très difficiles à prendre en compte dans la pratique.

L'angle de prise de vue peut altérer considérablement les réponses spectrales dans les domaines du visible, du proche infrarouge et des hyperfréquences, surtout dans les zones fortement accidentées et avec des angles de prise de vue importants par les satellites programmables comme SPOT (± 27°).

En mode opérationnel, il convient de prendre des précautions en restreignant par exemple la plage d'angles de prise de vue autorisée lors de la programmation des satellites SPOT ou en éliminant les images NOAA pour lesquelles la zone d'intérêt se situe en bordure de la trace, là où les perturbations sont les plus importantes.

L'angle d'élévation solaire influe aussi sur les signatures spectrales et cet effet variera par exemple en fonction de la géométrie des couverts végétaux. La comparaison d'images acquises à des périodes similaires réduit cet effet perturbateur.

Le relief peut modifier considérablement les réponses spectrales par des effets d'ombre portée, de modification de l'influence de l'atmosphère, de réflectance bidirectionnelle, d'élévation solaire. Autant la correction des erreurs géométriques induites par le relief est maintenant bien maîtrisée en se servant de Modèle Numérique de Terrain (MNT), autant les corrections radiométriques sont peu opérationnelles du fait de la multitude des facteurs qui entrent en jeu. La principale difficulté réside dans l'évaluation de l'éclairement diffus qui provient du ciel et de l'environnement et sa distribution directionnelle.

l'objet. Ainsi, par exemple, la température de radiance d'un sol sec (émissivité de 0.92) dont la température de surface est de 20°C sera de 18°C alors qu'elle sera de 18,5°C pour un couvert végétal à la même température de surface.

Les couverts végétaux auront une émissivité d'autant plus élevée qu'ils seront riches en chlorophylle et en eau : celle-ci est en moyenne de 0,98, ce qui signifie qu'un couvert émet 98% de l'énergie qu'émettrait un corps noir à la même température. La différence entre la température de surface d'un couvert végétal et la température de l'air fournit un bon indicateur de l'état hydrique du couvert : en période de stress hydrique, le couvert limite sa transpiration par la régulation stomatique et l'écart entre température de l'air et température du couvert augmente.

L'émissivité du sol varie en fonction de la constitution minérale du sol, de son humidité et de sa texture, généralement entre 0,90 et 0,95. Ainsi, plus un sol est humide et plus son émissivité est grande du fait de la plus grande conductivité thermique de l'eau par rapport à l'air. Globalement, un sol est plus chaud qu'un couvert végétal le jour et plus froid la nuit car il s'échauffe plus vite le jour et se refroidit plus vite la nuit.

L'eau dispose par contre d'une émissivité proche du corps noir (0.993 à 10 000 nm) : Elle absorbe et transmet une grande partie de l'énergie dans le visible et le proche infrarouge, d'où son aspect sombre sur les images prises dans ces domaines spectraux. Mais elle reémet presque l'intégralité de cette énergie dans le thermique.

Dans le domaine du radar

Dans les hyperfréquences actives, la signature spectrale de l'objet correspond au coefficient de rétrodiffusion qui est fonction de sa constante diélectrique et de critères géométriques (angle d'incidence de l'onde radar, rugosité de la surface). La plupart des objets terrestres ont une constante diélectrique comprise entre 3 et 8 quand ils sont secs (l'eau a une constante de 80 environ). Plus cette constante est élevée, plus la réflectibilité est élevée et plus l'écho en retour est fort.

La reconnaissance des couverts végétaux est complexe car de nombreux facteurs interviennent (structure du couvert, rugosité du sol, propriétés diélectriques de la végétation et du sol). Dans le cas des sols, le signal rétrodiffusé augmente avec la rugosité du sol. Dans ce domaine spectral, l'eau lisse se comporte comme un réflecteur spéculaire parfait. Elle apparaît

noire sur les images radar. Mais dès qu'un clapot vient augmenter la rugosité de la surface de l'eau, la réflection devient alors diffuse et une partie de l'écho retourne donc vers le capteur. L'intensité de cet écho varie proportionnellement avec la rugosité de la surface.

Les effets perturbateurs

Les effets perturbateurs sont nombreux et doivent être pris en compte lors de la phase de montage d'un projet (pour déterminer a priori les apports possibles et les limites des images et pour choisir les données les plus adaptées) et lors de l'interprétation des images.

L'atmosphère vient perturber les signatures spectrales en atténuant le signal utile et en amplifiant le signal global du fait de sa propre luminance. Les effets perturbateurs sont très importants dans le visible puis ils diminuent avec la longueur d'onde. Il existe dans le moyen infrarouge des bandes d'absorption par l'eau : ces fenêtres spectrales sont évitées chez les satellites d'observation de la Terre alors qu'elles sont utilisées pour les satellites météorologiques. Dans les hyperfréquences, les effets sont beaucoup plus faibles exceptés les pluies intenses qui provoquent des phénomènes de diffusion et le vent qui peut modifier la rugosité de la surface des objets observés (couverts végétaux, étendues en eau).

Les mécanismes qui affectent le signal satellitaire sont maintenant bien connus et des modèles de correction ont été mis au point. La principale limitation actuelle vient du fait qu'il est encore difficile de disposer des caractéristiques de l'atmosphère au moment du passage du satellite.

L'utilisation du modèle de simulation 5S développé par le Laboratoire Atmosphérique de Lille montre que sur un couvert végétal et avec une visibilité de 20 km, le signal utile représente 40% du signal total dans le visible, 90% dans le proche infrarouge et 95% dans le moyen infrarouge.

De manière opérationnelle, il convient tout d'abord d'utiliser des images sans nuage ni brume qui provoqueraient des perturbations locales. On considère ensuite au cours des traitements que les effets perturbateurs liés à l'atmosphère sont homogènes sur l'ensemble de l'image et on l'interprète donc en relatif. Dans des zones où l'atmosphère est fortement perturbée (brumes matinales par exemple), il est parfois intéressant de faire appel à des

Ainsi, par exemple, la caractéristique commune à toute végétation est d'avoir une courbe de réflectance faible dans le visible (due à une forte absorption par les pigments foliaires), forte dans le proche infrarouge (domaine spectral sensible au niveau de biomasse) et intermédiaire dans le moyen infrarouge (surtout influencé par la teneur en eau du couvert végétal).

Les surfaces minérales (roches, sols nus...) ont une signature spectrale qui augmente du bleu au proche infrarouge. Les variations dépendent de la couleur (qui dépend elle même de la composition minérale et en matière organique du sol), de la texture et de l'humidité. Ainsi, un sol foncé, labouré et humide aura une signature spectrale beaucoup plus faible que celle d'un sol clair, lisse et sec.

L'eau est le seul type d'objet a avoir une signature spectrale descendante : élevée dans le bleu, elle devient faible dans le vert, très faible dans le rouge et quasiment nulle dans le proche infrarouge. Les matières en suspension ou en solution vont toutefois affecter cette réponse.

La figure suivante présente les signatures spectrales des principaux types d'objets que l'on rencontre à la surface terrestre.

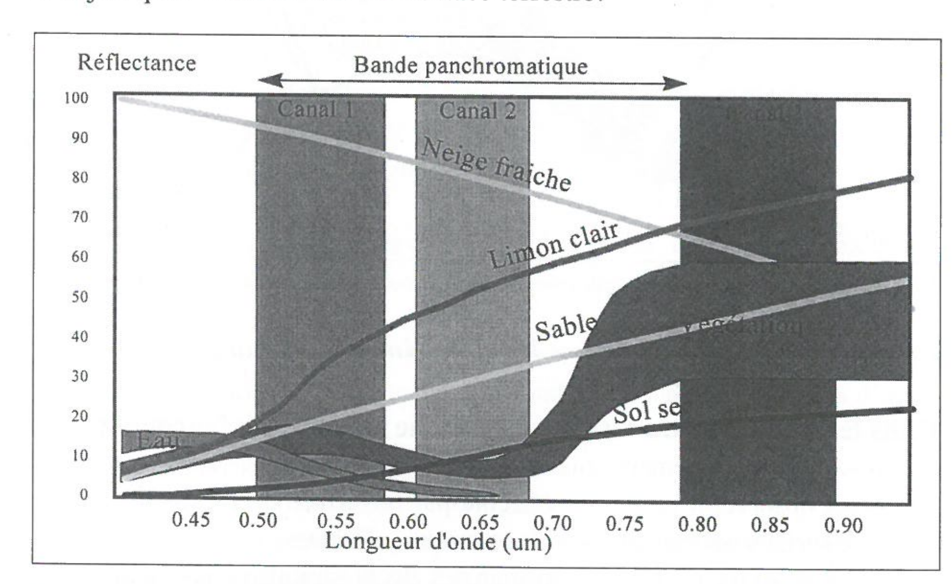


Figure 1.3.: *Signatures spectrales des principales surfaces terrestres et bandes spectrales du satellite SPOT*

La signature spectrale d'un objet évolue dans le temps quand celui-ci subit des modifications au niveau des paramètres qui conditionnent ses

propriétés optiques. Ainsi, un couvert végétal verra sa réponse se modifier au cours des phases de semis, de développement végétatif, de maturation, de sénescence et de récolte. Pour illustrer ce propos, la figure ci-après représente l'évolution de la réflectance au cours du temps de plusieurs couverts végétaux.

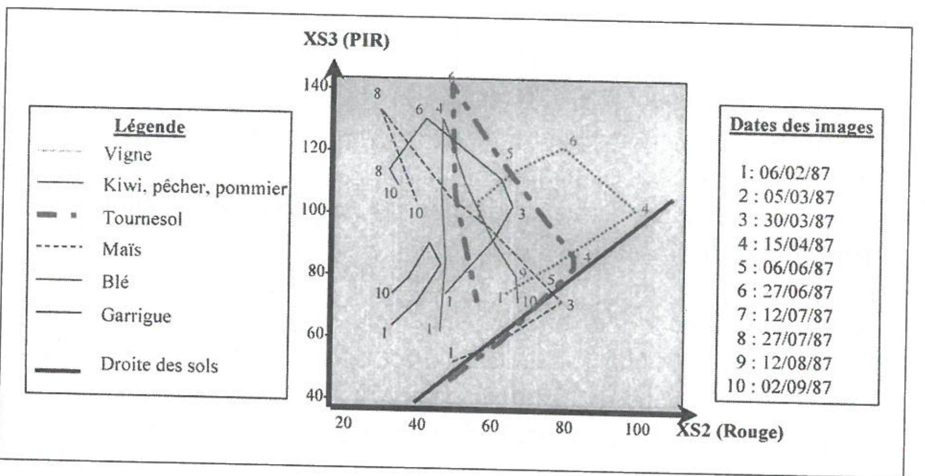


Figure 1.4.: *Evolution temporelle de la radiométrie des principales cultures de la région nîmoise dans les canaux rouge (XS2) et proche infra-rouge (XS3) de SPOT*

Dans le domaine de l'infrarouge thermique :

Tout objet à la surface terrestre émet une énergie proportionnelle à la puissance 4ème de sa température absolue, cette énergie définissant sa température de surface. La quantité d'énergie émise dépend de la longueur d'onde, et la longueur d'onde dans laquelle l'émission est maximale est d'autant plus grande que la température diminue : pour la plupart des surfaces terrestres, ce maximum est atteint pour des longueurs d'ondes comprises entre 3,5 et 15 Um, qui définissant ainsi le domaine de l'infrarouge thermique.

Pour un corps noir idéal (un corps noir idéal absorbe toute l'énergie qu'il reçoit et la réémet entièrement), il est possible, par la mesure de la part de cette énergie émise dans une gamme de longueur d'onde donnée, de retrouver la température radiative de la surface de ce corps. Pour les surfaces naturelles, l'énergie émise est légèrement inférieure à température égale objets car elles ne se comportent pas comme des corps noirs mais comme des corps gris: on introduit alors un terme d'émissivité qui varie selon

Ce rayonnement électromagnétique se caractérise par sa longueur d'onde exprimée en microns (1 micron = 1 millième de millimètre) ou en nanomètres (1 nm = 10^{-9} m) et son flux ou puissance exprimée en watts.

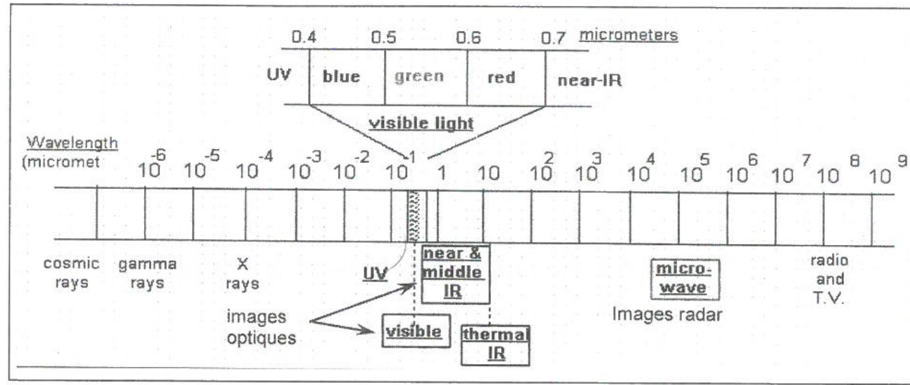


Figure 1.1.: le spectre électromagnétique

Les capteurs embarqués à bord des satellites mesurent la quantité d'énergie que leur apporte le rayonnement électromagnétique dans un angle de champ instantané et dans une partie du spectre donnés (encore appelée luminance). Selon le domaine spectral considéré, le capteur mesure l'énergie émise, réfléchie ou rétrodiffusée par la cible observée.

Ce rayonnement peut provenir de deux types de sources :

* **Les sources naturelles** telles que le soleil ou la Terre : les principales données satellitales utilisées actuellement proviennent des domaines spectraux suivants :

- le domaine de la **réflexion du rayonnement solaire** qui comprend :
  le visible (380 à 700 nm) qui correspond à la plage de longueurs d'onde de la vision humaine,
  le proche infrarouge (700 à 1 500 nm),
  le moyen infrarouge (1 500 à 3 000 nm)
- le domaine de **l'émission propre des objets** de la surface terrestre
  le moyen infrarouge (3 000 à 8 000 nm)
  l'infrarouge thermique (8 000 à 15 000 nm).

Ici, les mauvaises conditions atmosphériques empêchent l'acquisition des données et de plus, en dehors de l'infrarouge thermique, les capteurs ne peuvent fonctionner que le jour. On parle de **satellites passifs**.

Au travers de chacune de ces plages spectrales, il est possible d'appréhender des caractéristiques particulières de la cible.

* **Les sources artificielles** comme les radars et les lasers, ces derniers n'étant pas encore utilisés en télédétection satellitale civile. Il s'agit donc ici de satellites tout temps (y compris avec des nuages) et toute heure (même la nuit). On parle alors de **satellites actifs** qui émettent leur propre rayonnement et mesurent la part rétrodiffusée par la cible. Ce domaine des hyperfréquences est compris entre 2 et 30 cm.

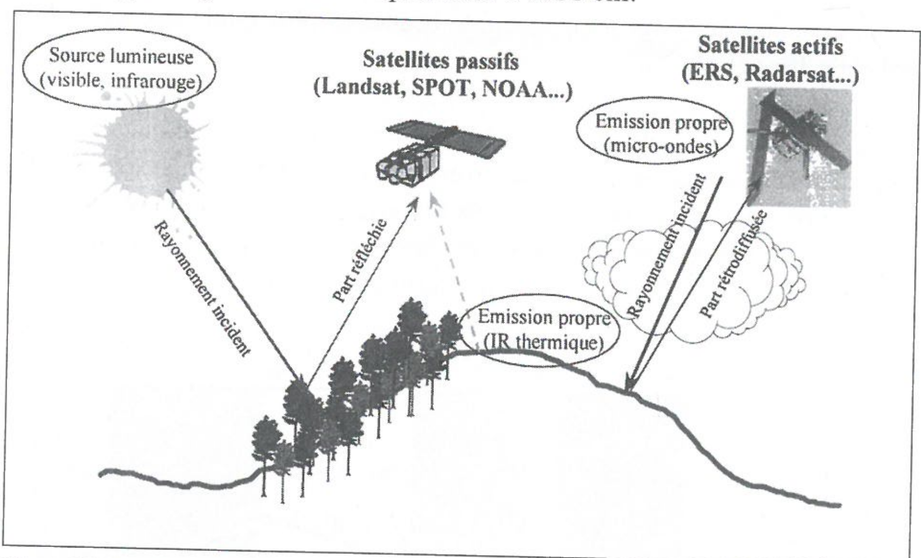


Figure 1.2.: Les différents types de télédétection en fonction des domaines de longueur d'onde

La réponse des objets selon les domaines spectraux

Dans les domaines du visible, du proche et moyen infrarouge:

Lorsqu'un rayonnement solaire arrive à la surface de la Terre au contact de l'objet observé, il peut être réfléchie par la surface de cet objet, absorbé par cette surface ou transmis vers les niveaux inférieurs.

On parle souvent chez les spécialistes de la **signature spectrale** d'un objet. Elle correspond à l'évolution de la réflectance (rapport de la luminance mesurée par le satellite sur le rayonnement incident et exprimé en %) de l'objet en fonction de la longueur d'onde. Chaque domaine spectral apporte une information bien particulière sur la nature du corps observé.

Principes généraux de la télédétection satellitale

La télédétection peut être définie comme "un groupe de techniques pour obtenir une image ou d'autres types de données d'un objet observé à distance, et pour traiter et analyser ces données" (source: CCRS - Resors). Seule est présentée ici la télédétection destinée à l'observation de la Terre sans aborder les satellites météorologiques.

Née en 1960, à une époque où la photographie aérienne est en plein essor, la télédétection satellitale civile a connu plusieurs étapes, en 1972 avec le lancement du premier satellite américain Landsat équipé du capteur MSS (Multispectral Scanner), au début des années 80 avec la nouvelle génération des Landsat équipés du capteur TM (Thematic Mapper), en 1986 avec l'arrivée du premier satellite géré sur une base commerciale, le satellite français SPOT (Satellite Pour l'Observation de la Terre), en 1991 avec le premier satellite radar (ERS 1 : European Radar Satellite) et à partir de 1996 avec l'élargissement de l'offre (satellite indien IRS-1C, données militaires déclassifiées) et l'arrivée imminente de satellites civils à très haute résolution spatiale.

Compréhension des manifestations radiométriques des principaux phénomènes physiques ou biologiques

Les principes de base : le rayonnement électromagnétique

Le principe de base sur lequel repose la télédétection satellitale est la mesure de l'énergie électromagnétique réfléchie ou émise par tout corps à la surface de la Terre.

Applications de la Télédétection en Hydrologie

Par
Christian Puech

Beyrouth Le 20 Juin 2002

Ecole Supérieure d'Ingénieurs
à Beyrouth (ESIB)